

**FORSKNINGSRAPPORTER
FRÅN
HUSÖ BIOLOGISKA STATION**

No 138 (2014)



Hanna Wiklund

**Undersökning av fiskbestånden i Markusbölefjärden och
Vargsundet 2014**

(Investigation of the fish community in the Lake Markusbölefjärden and the Lake Vargsundet 2014)

Åbo Akademi

I publikationsserien **Forskningsrapporter från Husö biologiska station** rapporteras forskning utförd i anknytning till Husö biologiska station. Serien utgör en fortsättning på serierna **Husö biologiska station Meddelanden** och **Forskningsrapporter till Ålands landskapsstyrelse**. Utgivare är Husö biologiska station, Åbo Akademi. Författarna svarar själva för innehållet. Förfrågningar angående serien riktas till stationen under adress: Bergövägen 713, AX-22220 Emkarby; telefon: 018-37310; telefax: 018-37244; e-post huso@abo.fi. (Även: Åbo Akademi, Miljö- och marinbiologi, BioCity, Artillerigatan 6, 20520 Åbo).

The series **Forskningsrapporter från Husö biologiska station** contains scientific results and processed data from research activities of Husö biological station, Biology, Åbo Akademi University. The authors have full responsibility for the contents of each issue. The series is a sequel to the publications **Husö biologiska station Meddelanden** and **Forskningsrapporter till Ålands landskapsstyrelse**. Inquiries should be addressed to Husö biological station, Åbo Akademi University. Address: Bergövägen 713, AX-22220 Emkarby, Finland; phone: +358-18-37310; telefax: +358-18-37244; e-mail: huso@abo.fi (Also Åbo Akademi University, Environmental and Marinebiology, BioCity, Artillerigatan 6, FIN-20520 Turku, Finland)

Redaktör/Editor: Tony Cederberg

ISBN 978-952-12-3156-8

ISSN 0787-5460

Undersökning av fiskbestånden i Markusbölefjärden och Vargsundet 2014

(Investigation of the fish community in the Lake Markusbölefjärden and the Lake Vargsundet 2014)

Hanna Wiklund

Husö biologiska station, Åbo Akademi

22220 Emkarby, Åland, Finland

Abstract

*In summer 2014, the ecological status of the fish community in the lakes Markusbölefjärden and Vargsundet on the Åland Islands was investigated according to the EU Water Framework Directive. Bottom-set gillnets were used for fishing and hydrographical parameters were measured at the fishing sites. The number of bottom-set gillnets was higher than in the earlier investigations of lakes on Åland. In the Lake Vargsundet, a vertical profile was also sampled using pelagic gillnets. The ecological status of the lakes was classified as high, good, moderate, poor or bad. The ecological status of the fish community in the Lake Markusbölefjärden was classified as good, and in the Lake Vargsundet it was classified as high. One indicator species for high water quality, burbot (*Lota lota* L.) was found in the Lake Vargsundet. Variables used in previous investigations, such as fish community, physical-chemical factors, phytoplankton, aquatic plants and benthos, were included in the current overall classification of the lakes. Some of the values of the previous investigations were recalculated according to the new reference values so that they could be compared with the values from 2014. The resulting overall classification gave the Lake Markusbölefjärden a moderate ecological status and the Lake Vargsundet a good ecological status. As a recommendation for future investigations, use of gillnets by European standard protocol, instead of gillnets used in this investigation (Survey-net Coastal), is advised.*

Innehåll

1 Inledning	1
2 Undersökningsområden.....	1
2.1 Markusbölefjärden	1
2.2 Vargsundet	2
3 Material och metoder	3
3.1 Hydrografi	3
3.2 Provfiske	4
3.3 Klassificering.....	5
4 Resultat.....	10
4.1 Markusbölefjärden	10
4.1.1 Hydrografi	10
4.1.2 Provfiske	12
4.2 Vargsundet	16
4.2.1 Hydrografi	16
4.2.2 Provfiske	18
4.3 Djupprofil över Vargsundet	22
4.3.1 Hydrografi	22
4.3.2 Pelagiska nät	23
4.4 Jämförelse mellan Vargsundet och Markusbölefjärden	24
4.4.1 Hydrografi	24
4.4.2 Provfiske	25
4.5 Klassificering av ekologisk status	27
4.5.1 Markusbölefjärden	27
4.5.2 Vargsundet	27
5 Diskussion	31
5.1 Markusbölefjärden	31
5.1.1 Hydrografi	31
5.1.2 Provfiske	31
5.2 Vargsundet	33
5.2.1 Hydrografi	33
5.2.2 Provfiske	33
5.3 Djupprofil över Vargsundet	34
5.4 Jämförelse mellan Vargsundet och Markusbölefjärden	35
5.5 Klassificering av ekologisk status	36
5.5.1 Markusbölefjärden	36
5.5.2 Vargsundet	36
5.6 Rekommendationer	38
6 Slutsatser	38
6.1 Markusbölefjärden	38
6.2 Vargsundet	39
7 Tillkännagivanden.....	39
8 Litteratur.....	39
Bilagor	

1 Inledning

Undersökningen utfördes på uppdrag av Ålands landskapsregering i samarbete med Husö biologiska station. Syftet var att fastställa den ekologiska statusen i sjöarna Markusbölefjärden och Vargsundet, enligt EU:s ramvattendirektiv (2000/60/EG). Sjöarna undersöktes 2014 genom fiske med nät och mätning av hydrografiska parametrar, såsom siktdjup, pH, temperatur och salinitet.

Fiskbestånden har tidigare undersökts i Vargsundet och Markusbölefjärden av bl.a. NUMMELIN & PERUS (1999), MUSTAMÄKI & AHLBECK (2007) och HÄGGQVIST & PERSSON (2009). En makrofytinventering utfördes i Vargsundet av GREN (2011) och i Markusbölefjärden av BYSTEDT (2011). Bottenfaunaundersökningar har gjorts av LIUNGMAN & BOSTRÖM (2014) i Markusbölefjärden och LIUNGMAN et al. (2014) i Vargsundet.

Syftet med EU:s ramvattendirektiv är att säkerställa god vattenkvalitet. God vattenstatus borde uppnås senast 2015. I en sjö med god ekologisk status kan fiskbeståndets åldersstruktur och sammansättning uppvisa små störningar som orsakats av människan. Exempelvis kan en åldersgrupp saknas då utvecklingen eller fortplantningen störts. Orsaken kan vara indirekt genom t.ex. mänsklig påverkan på fysikalisk-kemiska faktorer. Fiskbeståndet i en sjö med hög ekologisk status är nästan helt opåverkat av mänsklig verksamhet och endast små störningar förekommer, medan arter som är känsliga för mänsklig påverkan, s.k. indikatorarter, påträffas. I en sjö med måttlig ekologisk status finns tydliga tecken på störningar i fiskbeståndets åldersstruktur och känsliga arter saknas eller är få (2000/60/EG).

2 Undersökningsområden

2.1 Markusbölefjärden

Markusbölefjärden är belägen i centrala Åland, i Finström kommun väster om Godby centrum. Sjön gränsar till Långsjön, Prästräsket och Slussfjärden. Markusbölefjärdens yta är 145,4 ha och maximidjup är 8 m (tab. 1). Sjön fungerar som dricksvattentäkt åt Ålands vatten (ÅLANDS LANDSKAPSREGERING 2009).

De flesta sjöar på Åland är naturligt kalkrika (ÅLANDS LANDSKAPSREGERING 2009) och vid klassificeringen behandlades Markusbölefjärden som en sjö med hög kalkhalt (Rk) (AROVITA et al. 2012). Vid tidigare statusklassificeringar (HÄGGQVIST & PERSSON 2009, BYSTEDT 2011) har Markusbölefjärden behandlats som en näringsrik och kalkhaltig sjö (RrRk) (VUORI et al. 2009). Indelningen av de finska sjötyperna har ändrat sedan den senaste klassificeringen och den sjötyp (Rk) som används i denna undersökning motsvarar i stora drag den sjötyp (RrRk) som användes av HÄGGQVIST & PERSSON (2009) och BYSTEDT (2011).

Vid tidigare klassificeringar har sjön haft god ekologisk status (HÄGGQVIST & PERSSON 2009), med undantag av vattenvegetationen, klorofyll a och bottenfauna. Vattenvegetationen och klorofyll a hade måttlig ekologisk status enligt BYSTEDT (2011) och bottenfaunan klassificerades som otillfredsställande av LIUNGMAN & BOSTRÖM (2014).

Markusbölefjärdens stränder kantas av vass (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.) och domineras av hornsärv (*Ceratophyllum demersum* L.) och axslinga (*Myriophyllum spicatum* L.) längs strandlinjen. Tecken på eutrofiering har observerats i form av förekomst av grönslick (*Cladophora* sp. Kützing.) och kolonier av cyanobakterier på vattenvegetationen (BYSTEDT 2011). Blomningar av cyanobakterier som *Anabaena* Bory ex Bornet & Flahault och snävtråd (*Planktothrix agardhii* (Gomont) Anagn. & Komárek) kan också förekomma. Vinden kan orsaka en omblandning av vattenmassan i Markusbölefjärden så att näringsämnen kommer upp till ytan (LINDHOLM 1991). En riklig blomning av *Anabaena* noterades i sjön 2007 (ÅLANDS LANDSKAPSREGERING 2009).

Tidigare undersökningar har påvisat att abborre (*Perca fluviatilis* L.), björkna (*Abramis bjoerkna* L.), gädda (*Esox lucius* L.), gärs (*Gymnocephalus cernuus* L.), gös (*Sander lucioperca* L.), löja (*Alburnus alburnus* L.), mört (*Rutilus rutilus* L.), ruda (*Carassius carassius* L.), sarv (*Scardinius erythrophthalmus* L.) och sutare (*Tinca tinca* L.) förekommer i Markusbölefjärden (HÄGGQVIST & PERSSON 2009).

2.2 Vargsundet

Vargsundet ligger beläget i centrala Åland, på kommungränsen mellan Finström, Jomala och Hammarland. Vargsundet är en djup sjö med ett maximidjup på 32 m och har en area på 103,5 ha (tab. 1). Sjön hade god ekologisk status enligt undersökningen av HÄGGQVIST & PERSSON (2009). En senare undersökning av GREN (2011) visade att makrofyterna hade otillfredsställande status. En undersökning av LIUNGMAN et al. (2014) påvisade att bottenfaunan i sublitoralen hade hög status.

Vargsundet kantas av vass, smalkaveldun (*Typha angustifolia* L.) och bredkaveldun (*Typha latifolia* L.). Under vattnet dominerar stor näckmossa (*Fontinalis antipyretica* Hedw.). Två sällsynta arter växer i sjöns södra del, stjärnslinke (*Nitellopsis obtusa* (Desv.) J. Groves) och krusnate (*Potamogeton crispus* L.) (GREN 2011). Vargsundet behandlas i denna undersökning som en kalkhaltig sjö (Rk) (AROVITA et al. 2012). En motsvarande typindelning gjordes också av HÄGGQVIST & PERSSON (2009) och GREN (2011).

Vargsundsådran i sjöns nordvästra del förbinder sjön med Bodafjärden. Innan Vargsundsådran grävdes upp på 1930-talet var Vargsundet en insjö med friskt botten. Då Vargsundsådran grävdes upp strömmade saltvatten in, vilket ledde till att en skiktning bildades mellan sött och saltare vatten. Vargsundet blev en meromiktisk sjö och till följd av skiktningen blandades inte vattenkolumnen om och botten blev syrefria. En muddring av ådran skedde på 1980-talet (LINDHOLM 1991).

I bottenskiktet av sjön har näringshalterna av totalfosfor och totalkväve ökat kraftigt sedan år 2000 (vattendata från MILJÖBYRÅN/ÅLR). De ökande näringshalterna i Vargsundet medför en allt högre

risk för omfattande algbloomingar och rekommendationer på att sjön borde restaureras har utfärdats (HÄGGQVIST & PERSSON 2009, GREN 2011).

Fiskar simmar in i Vargsundet från Bodafjärden (LINDHOLM 1991). Fiskar som påträffats i sjön är abborre, björkna, braxen (*Abramis brama* L.), gädda, gärs, gös, löja, mört och sarv (HÄGGQVIST & PERSSON 2009). Ytterligare arter är lake (*Lota lota* L.) och ruda (LINDHOLM et al. 1999). Även nors (*Osmerus eperlanus* L.) har påträffats i sjön (NUMMELIN & PERUS 1999). En fiskdöd inträffade i Vargsundet 1997, orsakad av en blomning av *Prymnesium parvum* N. Carter. Då dog 10-15 ton fiskar vilket uppskattades vara hälften av fiskbeståndet i sjön (LINDHOLM et al. 1999). Under sommaren 2014 hittades ett hundratal döda braxnar i Vargsundsådran, men troligen var dödsorsaken en annan än 1997 (JANSSON 2014).

3 Material och metoder

Undersökningen utfördes i Markusbölefjärden 9.6-4.7 och i Vargsundet 15.7-7.8 sommaren 2014. Hydrografiprov togs i samband med att näten sattes ut och togs upp. I båda sjöarna sattes näten ut på kvällen klockan 18.00-20.00 och togs upp påföljande morgon klockan 6.00-8.00. Då näten sattes ut togs även koordinaterna för provtagningsplatserna. I Markusbölefjärden togs koordinaterna vid flera nät enbart vid ena ändan av nätet medan i Vargsundet togs koordinaterna vid båda ändorna. Väderförhållanden noterades, vindens styrka och riktning uppskattades.

3.1 Hydrografi

Siktdjupet uppmättes med en Secchi-skiva och djupet mättes med ett handekolod vid ändan av varje nät. Konduktivitet, salthalt, temperatur och pH mättes i fält med en YSI 63-mätare en meter under ytan och en meter från botten. Då näten togs upp påföljande morgon togs vattenparametrarna igen, då från nätets andra ända. De hydrografiska värdena är uträknade och angivna som ett medeltal per fiskedag där minst tre nät och lokaler besöktes per dag. Högre eller lägre värden kan ha uppmätts för en enskild lokal än vad som anges i resultaten. Vid redogörning för medelvärden anges resultatet tillsammans med standardavvikelsen (\pm SD).

I Vargsundet togs syreprov från sjöns djupaste plats N 60°11.107' E 19°50.454' (se fig. 2, förstorat område) för att få en djupprofil. Provtagningen skedde runt 21 tiden den 17 juli och 6 augusti. Proven togs med en Limnos-vattenhämtare från 5, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 25 och 30 meters djup. Syreproven fixerades med MnCl_2 och $\text{NaI}+\text{NaOH}$ i fält och analyserades vid Husö biologiska station enligt Winkler-metoden.

Vid den senare provtagningen togs även vattenprov för salinitet som analyserades i laboratorium på Husö biologiska station. Syftet var att se var språngskiktet för salthalt i sjön befann sig genom att

räkna ut saliniteten från konduktiviteten. Med YSI-mätare mättes konduktivitet, pH och temperatur med en meters intervall från ytan till botten. Analysresultat för totalfosfor, totalkväve och klorofyll a erhöles från Ålands landskapsregering.

3.2 Provfiske

Det fiskades med nordiska kustprovfsfikenät som var 45 m långa och 1,8 m djupa med 9 olika maskstorlekar: 30, 15, 38, 10, 48, 12, 24, 60 och 19 mm. I Markusbölefjärden fiskades det 24 nätnätter med bottennät. I Vargsundet bestod fiskeansträngningen av totalt 46 nätnätter, varav 40 nätnätter med bottennät och 6 nätnätter med pelagiska nät (tab. 1). En nätnatt definieras här som ett nät utsatt 12 timmar under en natt. Provfisket utfördes så långt som möjligt enligt EUROPEAN STANDARD EN 14757 (2005) med undantag av nättyp.

De pelagiska näten i Vargsundet sattes på den djupaste platsen i sjön på olika djup i vattenkolumnen: 0-1,8; 3-4,8; 6-7,8; 12-13,8; 20-21,8 meter och ett nät på botten på 29,6-31,4 meters djup. Djupintervallen bestämdes utgående från den europeiska standarden EUROPEAN STANDARD EN 14757 (2005). Syftet med de pelagiska näten var att få en djupprofil över sjön. Fångsten från de pelagiska näten togs inte med i beräkningarna av sjöns ekologiska status eller vid jämförelsen mellan sjöarna. Fångstdata från de pelagiska näten är dock med vid redogörning av Vargsundets fångst i fråga om antal individer, biomassa, längdfördelning, könsfördelning och hydrografi.

Tabell 1. Vargsundets och Markusbölefjärdens area, djup och antalet nätansträngningar per sjö.

Table 1. The area, depth and number of net fishing efforts in the Lake Markusbölefjärden and Lake Vargsundet.

	Markusbölefjärden	Vargsundet
¹ Storlek (ha)	145,4	103,5
¹ Djup (m)	8	32
Antal bottennätsansträngningar	24	40
Antal pelagiska nätansträngningar	0	6

¹ ÅLANDS LANDSKAPSREGERING (2009)

Bottennäten sattes på olika djupintervall. I Markusbölefjärden sattes 8 nät på 0-2,9 m, 8 nät på 3-5,9 m och 8 nät på 6-11,9 m. I Vargsundet sattes 8 nät på 0-2,9 m, 8 nät på 3-5,9 m, 10 nät på 6-11,9 m, 8 nät på 12-20 m, 6 nät på 20-35 m. Djupintervallen bestämdes utgående från den europeiska standarden (EUROPEAN STANDARD EN 14757, 2005). I Markusbölefjärden användes en tyngd, en flagga och två flöten vid utsättningen av ett nät. I Vargsundet användes detsamma i fråga om tyngder, flaggor och flöten för bottennäten. I Markusbölefjärden fästes tyngdens lina i nätet medan i Vargsundet fästes tyngdens lina i flötet och sedan flötets lina i nätet. En annan metod användes i

Vargsundet för att förenkla utläggningen av näten eftersom sjön är djup. För de pelagiska näten i Vargsundet användes fler flöten och två tyngder. Vid 0-1,8 m användes många små flöten som knöts fast direkt i nätet medan vid de övriga djupen användes 6 stycken flöten med linor som höll nätet vid rätt djup. En tyngd i varje sida av nätet användes för att nätet inte skulle kunna svänga sig.

Vid vittjningen av näten sattes näten i sår med is och transporterades till Husö biologiska station för genomgång. Då fiskarna plockades ur nätet noterades det vilket nät det var och maskstorlek. Fiskarna ska därför kunna spåras tillbaka till den plats de fångades på och det djupintervall det var. De fiskar som ramlat ur nätet togs med men märktes med nätets nummer och maskstorlek X. De användes vid klassificeringen och övriga beräkningar. Fiskar som kunde härstamma från flera nät, men från samma sjö, togs med men märktes som XX. De användes vid klassificeringen och övriga beräkningar utom där fiskarna klassificerades enligt djup. Alla fiskar artbestämdes, vägdes med 0,1 g noggrannhet och mättes med 1 mm noggrannhet. Magarna undersöktes på rovfiskar över 15 cm för att se ifall de ätit kräftor. Abborrarna könsbestämdes, max 20 stycken per maskstorlek. I samband med artbestämningen noterades också ifall fiskarna hade t.ex. svarta prickar (patogen?) eller vita maskar.

För vidare behandling av fångstdata, beräknades WPUE (*weight per unit effort*) och NPUE (*number per unit effort*). WPUE anger den genomsnittliga biomassan per fångstansträngning medan NPUE anger det genomsnittliga antalet fångade individer per fångstansträngning. Vid redogörning för fångstdata anges resultatet tillsammans med standardavvikelsen (\pm SD) i fall som avser medelvärden.

Utrustningen desinficerades innan byte av provfiskesjö och efter att provfisket var klart, för att undvika smittspridning av t.ex. kräftpest. Utrustningen desinficerades med desinficeringsmedlet VirkonS eller genom värmebehandling i bastu i över 5 timmar och med en temperatur på minst 70 °C.

3.3 Klassificering

Nya gränsvärden och referensvärden för fiskbeståndets variabler har kommit sedan rapporten av HÄGGQVIST & PERSSON (2009). Även för vattenväxterna har det tagits fram nya gräns- och referensvärden (AROVITA et al. 2012). För att möjliggöra en jämförelse med tidigare klassificeringar (HÄGGQVIST & PERSSON 2009, BYSTEDT 2011 och GREN 2011) gjordes en ny klassificering där samtliga parametrar bedömdes utifrån gräns- och referensvärdena som anges i AROVITA et al. (2012).

Vid beräkning av biomassa togs alla fiskar med, även de skadade. Till rovfiskarnas biomassaandel inkluderades abborre och gös över 15 cm. Vid beräkning av längd lämnades skadade fiskars längd bort för att inte ge ett missvisande resultat. Den totala biomassan eller totalantalet för en art dividerades med antalet nätansträngningar för respektive sjö. Det gjordes för att kunna jämföra olika års fångstdata och olika sjöar med varandra.

Klassificeringen gjordes utifrån variablerna: antal (NPUE), biomassa (WPUE), karpfiskarnas och rovfiskarnas andel av biomassan, antal arter (inklusive antal indikatorarter), totalfosfor, totalkväve,

klorofyll a, vattenväxter och bottenfauna. Totalfosfor och totalkväve är uppmätta på 1 m djup och klorofyll a på 0-2 m djup. Klassificeringen av variablerna gjordes utifrån en jämförelse av observerade värden och gränsvärden samt genom beräkning av s.k. ekologiska kvalitetskvoter (*EQR – Ecological Quality Ratio*). EQR anger kvoten mellan de ovannämnda variablernas värden och referensvärden. Variablerna NPUE och WPUE är s.k. bipolära variabler vilket innebär att både höga och låga värden kan vara en indikation på störning. För dessa variabler anges därför två skalor, en stigande och en sjunkande. Valet av skala faller på den skala som ger $EQR < 1$ VUORI et al. (2009). EQR kan endast anta värden mellan noll och ett. I fall där $EQR > 1$, justeras EQR till $EQR = 1$.

Klassificeringen av bottenfaunan följer den svenska klassificeringsmetoden (NATURVÅRDSVERKET 2008, HAVS- OCH VATTENMYNDIGHETEN 2013). Klassificeringen av de övriga variablerna följer de finska klassificeringsmanualerna VUORI et al. (2009) och AROVIITA et al. (2012) (tab. 2).

Klassificeringen av flera år tillsammans, utom den sammanvägda klassificeringen och fiskbeståndets totala status, beräknades genom att ta medeltalet för de olika årens värden. För bedömning av fiskbeståndets totala status, användes medianvärden på variablerna (antal, biomassa, karpfiskarnas och rovfiskarnas andel av biomassan och antal arter/indikatorarter). De fysikalisk-kemiska faktorerna, såsom totalfosfor, totalkväve och klorofyll a, beräknades genom att ta medianen från mätvärden tagna från juni till september 2006-2012.

Vid den sammanvägda klassificeringen beräknades EQR för alla variabler och i den slutgiltiga bedömningen användes medianvärdet på alla variabler. EQR med hög status motsvaras av 1-0,8; god av 0,8-0,6; måttlig av 0,6-0,4; otillfredsställande av 0,4-0,2 och dålig av 0,2-0.

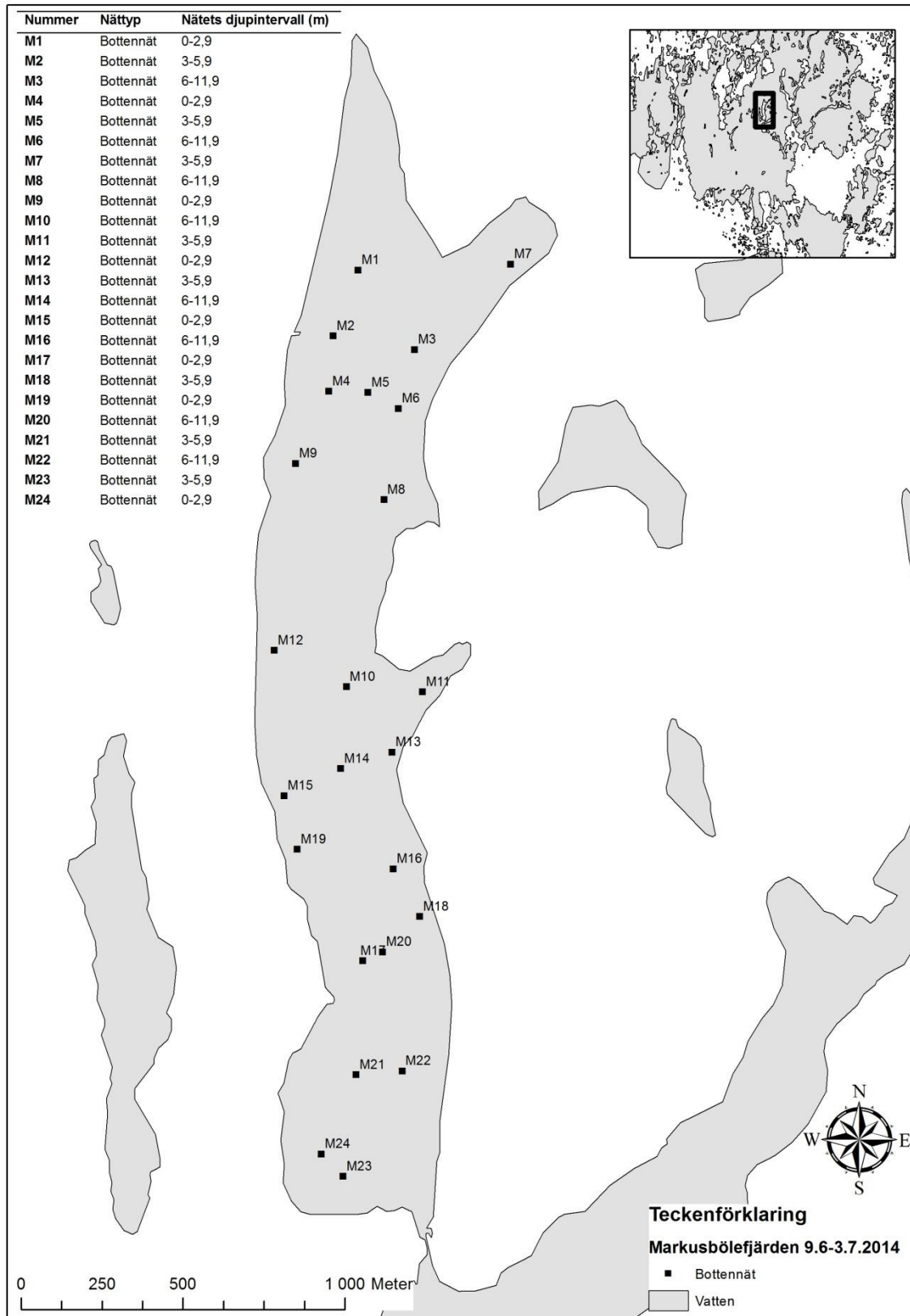
Klassificeringarna av vattenväxter av BYSTEDT (2011) och bottenfauna av LIUNGMAN & BOSTRÖM (2014) inkluderades i klassificeringen av Markusbölefjärdens sammanvägda ekologiska status. På samma sätt inkluderades undersökningarna av vattenväxter av GREN (2011) och bottenfauna av LIUNGMAN et al. (2014) i klassificeringen av Vargsundets sammanvägda ekologiska status. En sammanvägd klassificering utan fiskbeståndets variabler användes också, eftersom den varma vattentemperaturen under provtagningarna kan ha påverkat fiskfångsten, speciellt i Vargsundet. Fiskbeståndets variabler är med i den första sammanlagda klassificeringen.

Tabell 2. Referensvärden och gränsvärden från ¹AROVIITA et al. (2012) ¹, ²TAMMI et al. (2006) ² och ³VUORI et al. (2009) ³ för sjötyp Rk. H/G= hög/god, G/M= god/måttlig, M/O= måttlig/otillfredsställande, O/D= otillfredsställande/dålig. Omarbetad tabell från GREN (2013).

Table 2. Reference and threshold values from ¹AROVIITA et al. (2012) ¹, ²TAMMI et al. (2006) ² and ³VUORI et al. (2009) ³ for the Rk lakes Lake Markusbölefjärden och Lake Vargsundet. H/G= High/good, G/M= good/moderate, M/O= moderate/poor, O/D= poor/bad. Revised table from GREN (2013).

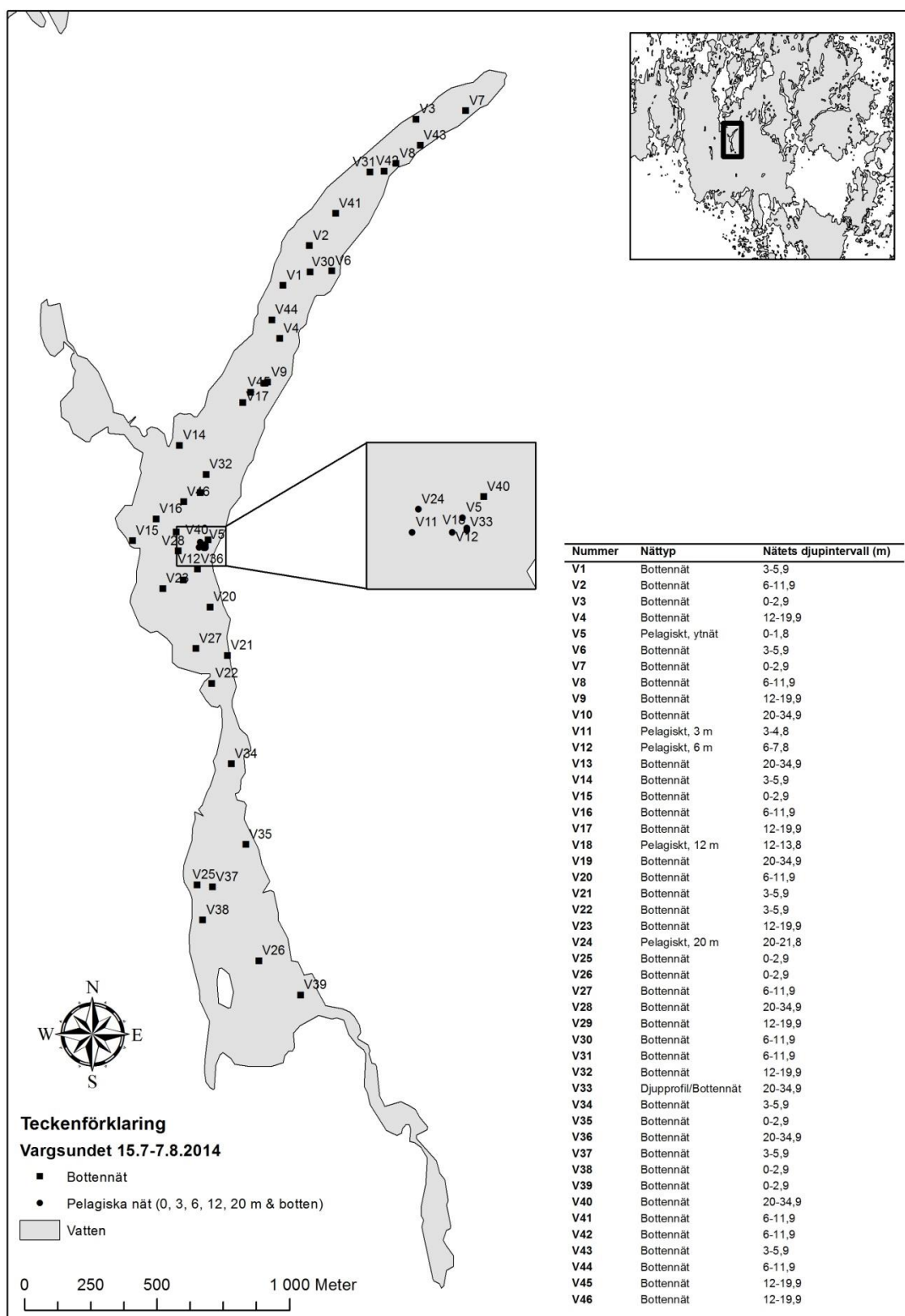
Parameter		Ref. värde	H/G	G/M	M/O	O/D	Nedre gräns*
Individantal	Ind.antal > ref. värde	74,3	89,4	112,1	150,1	227,4	468,6
(ind./nätnatt)	Ind.antal < 74,3	57,8	46,2	34,7	23,1	11,6	0
Biomassa	Biomassa > ref. värde	1593	1895	2338	3052	4394	7843
(g/nätnatt)	Biomassa < 1593	1642	1313	985	657	328	0
Karpfiskars biomassaandel (%) ¹		52	56,5	61,8	68,3	76,2	86,2
Rovfiskars biomassaandel (%) ³		22	21	16	10	5	
Totalkväve (0-2 m, µg/l) ¹		400	550	750	1100	1600	
Totalfosfor (0-2 m, µg/l) ¹		10	20	30	50	80	
Klorofyll a (µg/l) ¹		3	7	12	25	50	
Typenliga arters andel (TT50SO) ¹		0,59	0,33	0,25	0,16	0,08	
Relativ modellikhet (PMA) ¹		46,12	38,54	28,9	19,27	9,63	
Referensindex (RI) ¹		70,14	40,42	5,31	29,79	64,9	
Fiskbeståndets totala status (EQR) ²			0,8	0,6	0,4	0,2	
Sammanlagd klassificering av samtliga variabler (EQR) ²			0,8	0,6	0,4	0,2	

*Den nedre klassgränsen för dålig status



Figur 1. Nätens placering, nättyp och nätets djupintervall i Markusbölefjärden. Koordinater anges i bilaga 2.

Figure 1. The placement and depth intervals of the nets in the Lake Markusbölefjärden. Coordinates are given in appendix 2.



Figur 2. Nätens placering, nättyp och nätets djupintervall i Vargsundet. Vattenprovtagningen skedde i det förstörade området. Koordinater över vattenprovtagningen anges i bilaga 6 och koordinater över nätens placering i bilaga 7.

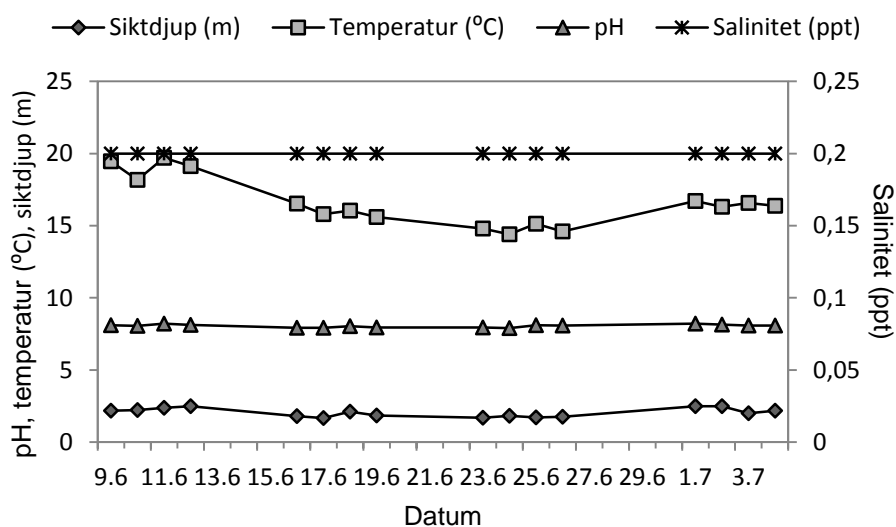
Figure 2. The placement and depth intervals of the nets in the Lake Vargsundet. The enlarged area on the map illustrates the place for water sampling, coordinates of which are given in appendix 6. Coordinates for the nets are given in appendix 7.

4 Resultat

4.1 Markusbölefjärden

4.1.1 Hydrografi

I Markusbölefjärden låg saliniteten på en jämn nivå, 0,2 ppt, i ytvattnet (1 m från ytan) under hela provtagningssäsongen (fig. 3). Medeltemperaturen i ytvattnet var 14,4-19,7 °C. Den minskade något under senare delen av juni för att igen stiga i början av juli. Siktdjupet varierade mellan 1,7 och 2,5 m. Sjöns pH låg på 7,9–8,2.



Figur 3. Hydrografi över Markusbölefjärden. Temperatur, pH och salinitet mättes på 1 m djup.

Figure 3. The hydrographic parameters of the Lake Markusbölefjärden. Temperature, pH-value and salinity were measured at 1 m depth.

Den enskilt högsta uppmätta ytvattentemperaturen i Markusbölefjärden var 19,9 °C och den lägsta 14,3 °C (tab. 3). Sjöns högsta enskilda pH-värde i ytvattnet var 8,4 och det lägsta 7,8. Siktdjupet var som störst 2,8 m och som minst 1,6 m. Salinitetens högsta och lägsta värde var 0,2 ppt i ytvattnet. I bottenvattnet (1 m från botten) för provfiskestationer belägna i djupintervallerna 0-2,9 m djup och på 3-5,9 m låg pH i medeltal runt 8,1 (bil. 1). I det djupaste intervallet var pH 7,9 i bottenvattnet. Temperaturen var runt 16,6 °C i bottenvattnen på 0-2,9 m djup och sjönk till ett medeltal på 15,3 °C i bottenvattnen på 6-11,9 m djup. Konduktiviteten i bottenvattnet steg något i de djupaste delarna av sjön, dock påverkade detta inte saliniteten som var 0,2 ppt för alla djupintervall.

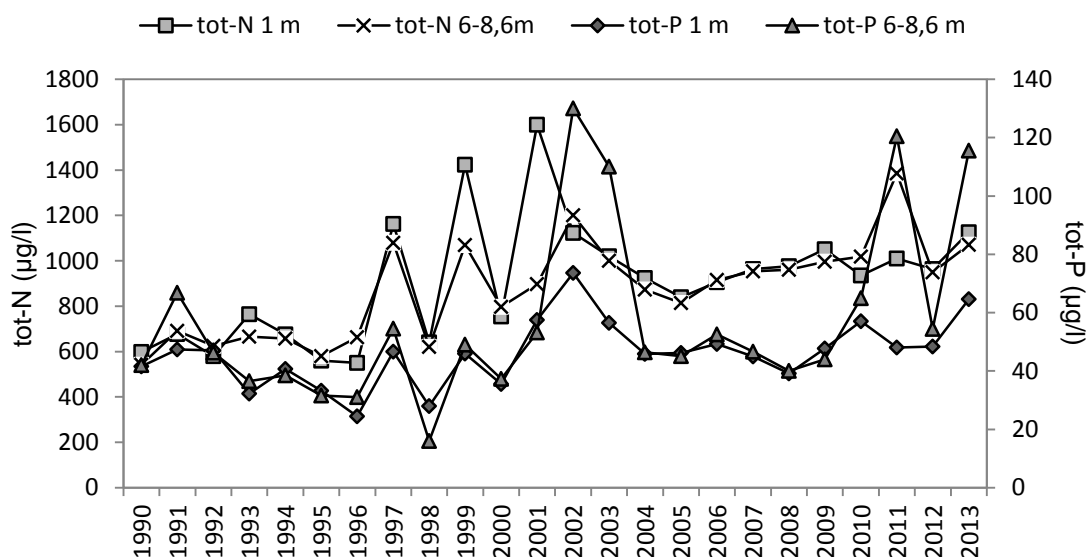
Tabell 3. Ytvattnets största och minsta uppmätta hydrografiska värden i Markusbölefjärden.

Table 3. The highest and the lowest hydrographic values of the surface water in Lake Markusbölefjärden.

	Temperatur min (° C)	Temperatur max (° C)	pH min	pH max	Siktdjup min (m)	Siktdjup max (m)
Värde	14,3	19,9	7,8	8,4	1,6	2,8
Datum	24 juni	9 juni	16 juni	11 juni	17 juni	18 juni
Totaldjup (m)	2,4	4,7	3,7	9,1	3,2	2,1
Nätnummer	M15	M2	M7	M6	M9	M12

Totalkvävehalten har uppvisat en något stigande trend med högre halt från 1990 till 2013 både i yt- och bottenvattnet (fig. 4). I ytvattnet har totalkvävehalten varit i medeltal $909 \pm 267 \mu\text{g/l}$ och i bottenvattnet $876 \pm 215 \mu\text{g/l}$ under 1990-2013. Under åren 1996-2002 har totalkvävehalterna varierat ganska kraftigt mellan åren både i yt- och bottenvattnet.

Totalfosforhalten för yt- och bottenvattnet steg från 1990 till 2013. I ytvattnet har totalfosforhalten varit $46 \pm 11 \mu\text{g/l}$ och i bottenvattnet har medelhalten varit $57 \pm 30 \mu\text{g/l}$ och därmed uppvisat en stor variation mellan åren under perioden 1990-2013. Att halten igen steg kraftigt vid 2011 kan bero på att medeltalet då endast grundade sig på två mätvärden, men en motsvarande höjning från 2012 till 2013 kan inte ha berott på få mätvärden, eftersom medelvärdet för 2013 grundade sig på 12 mätvärden och 2012 på 11 mätvärden. En förhöjd kvävehalt i bottenvattnet kunde också ses 2011, då även fosforhalten i bottenvattnet var förhöjd.

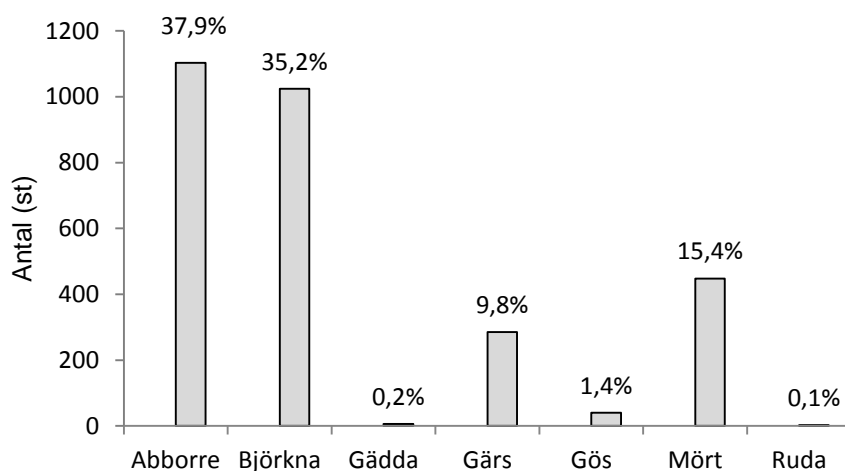


Figur 4. Medeltal för totalkväve och totalfosfor ($\mu\text{g/l}$) i yt- och bottenvattnet i Markusbölefjärden (data från miljöbyrån/Ålands landskapsregering)

Figure 4. Average concentration of total nitrogen and total phosphorus ($\mu\text{g/l}$) in the surface and bottom water in the Lake Markusbölefjärden (data from miljöbyrån/Ålands landskapsregering).

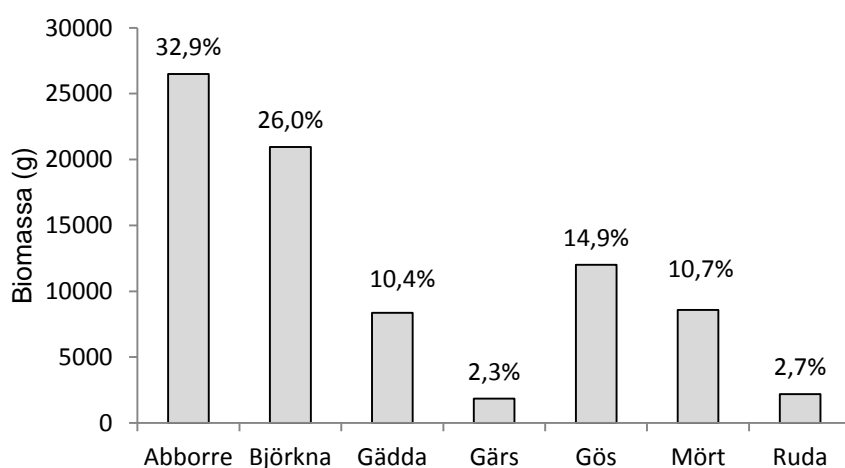
4.1.2 Provfiske

De arter som påträffades i Markusbölefjärden var abborre, björkna, gädda, gärs, gös, mört och ruda. Mest abborre (37,9 % antalsmässigt av totalfångsten), följt av björkna (35,2 %), fångades (fig. 5). Abborren utgjorde den största delen av totalvikten (fig. 6). Den totala fångsten i Markusbölefjärden uppgick till 80,4 kg, varav abborrarnas viktprocent var 32,9% (26,5 kg). Björknornas vikt utgjorde 26 % av totalbiomassan och gösens 14,9 %. Mörtens utgjorde 10,7 % och gäddan 10,4 % av totalvikten. Rudans andel var 2,7 % och gärsens 2,3 % av totalvikten.



Figur 5. Antal fiskar (st.) och den procentuella andelen (%) per art i Markusbölefjärden

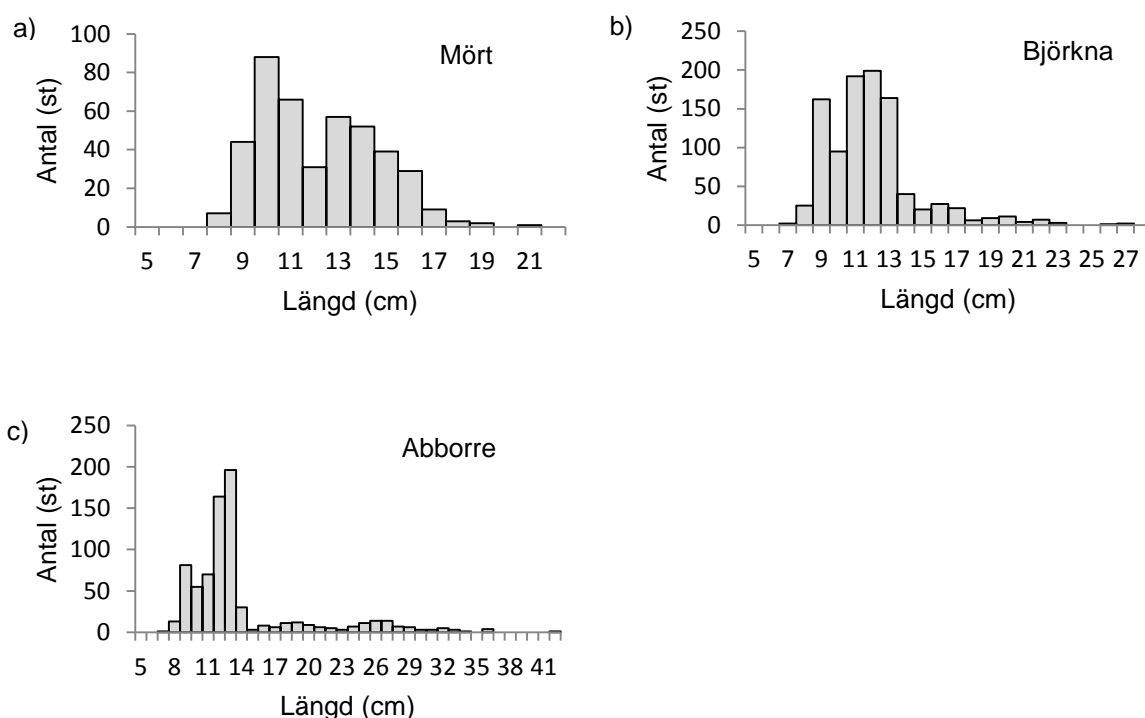
Figure 5. Number of fish (st.) and percentage share of the total number (%) in the Lake Markusbölefjärden.



Figur 6. Totalbiomassa (g) och biomassaprocent (%) för varje art i Markusbölefjärden

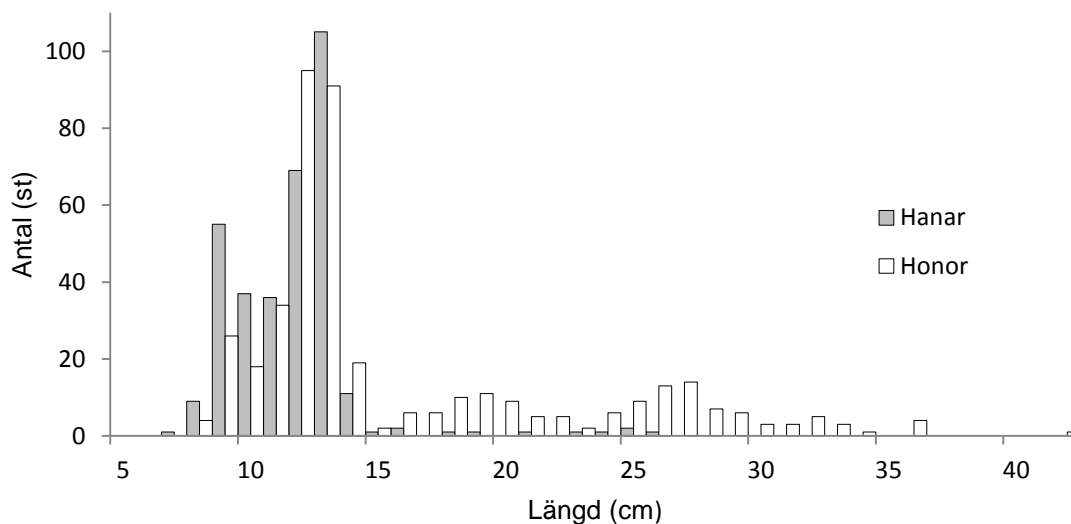
Figure 6. Biomass (g) per species and percentage (%) of the total biomass in the Lake Markusbölefjärden.

Mörtarna hade en ganska jämn längdfördelning med ett medeltal på $12,1 \pm 2,4$ cm med flest mörtar runt 10 cm, varefter antalet fiskar minskade med ökad längd. Björknorna hade en medellängd på $11,8 \pm 2,7$ cm och var över 100 till antalet i längdklasserna 9-13 cm, förutom runt 10 cm där de var något färre än 100 stycken. Abborrarnas medellängd var $13,9 \pm 5,5$ cm. Det fanns flest abborrar som var runt 12-13 cm men en liten topp kunde också urskiljas runt 9 cm (fig. 7). Efter en längd på 15 cm minskade antalet drastiskt men några individer fanns det som var över 20 och 30 cm. Det fanns en skillnad i längd mellan abborrhanar och abborrhonor (fig. 8). Under 15 cm (N=613) var 46,8 % honor och 53,2 % hanar. Av abborrar i längdklassen 15 cm eller längre (N=142) var fler honor (92,3 %) än hanar (7,7 %). Av de totalt 767 stycken undersökta abborrarna var 55,5 % honor och 44,5 % hanar.



Figur 7. Längdfördelning (cm) för a) mört b) björkna och c) abborre i Markusbölefjärden.

Figure 7. Length distribution (cm) of a) roach b) white bream and c) perch in the Lake Markusbölefjärden.



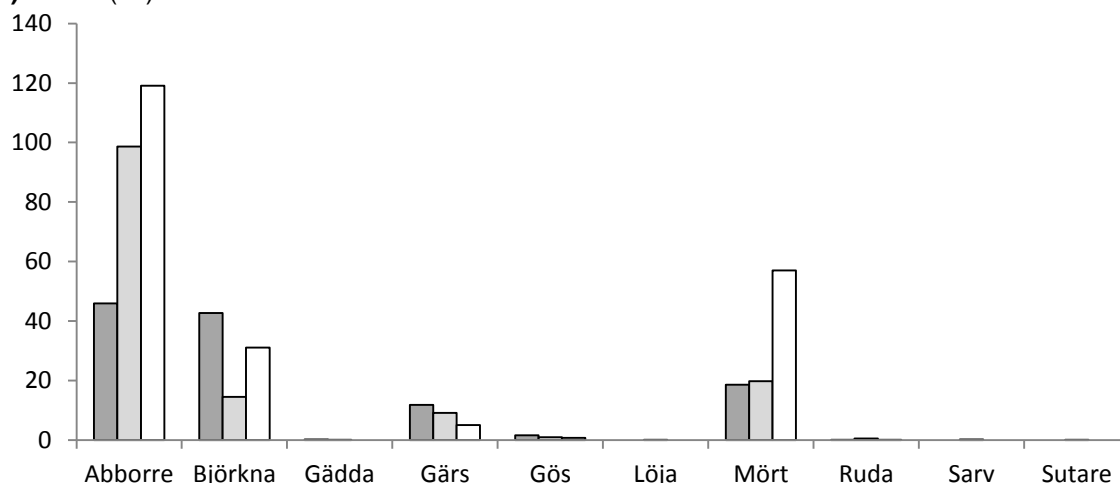
Figur 8. Abborrarnas längdfördelning (cm) för honor och hanar i Markusbölefjärden.
 Figure 8. The length distribution (cm) of female and male perch in the Lake Markusbölefjärden.

I Markusbölefjärden stod rovfiskar över 15 cm för 47,3 % av totalvikten. Karpfiskarnas biomassaandel var 39,4 %. Av rovfiskar över 15 cm (N=179) hade 11,2 % ätit kräftor. Endast abborrarna hade ätit kräftor vilket gjorde att av abborrarna hade 14,8 % ätit kräftor. Svarta prickar påträffades på ca 4 % av mörtfiskarna (N=1472). Prickarna påträffades bl.a. på fiskens buksida och på gällocken. Vissa av prickarna var en aning silverglänsande med en svart kärna.

Abborrarna och mörtarna har minskat både i antal och i biomassa sedan 2007 (fig. 9). Björknorna var färre i antal 2009 än 2007, men ökade igen i antal 2014. Gärsarna, gäddorna och gösarna har ökat både i antal och biomassa sedan 2007. Sarv, sutare och löja fångades 2009 i sjön men fanns inte med bland fångsten 2014.

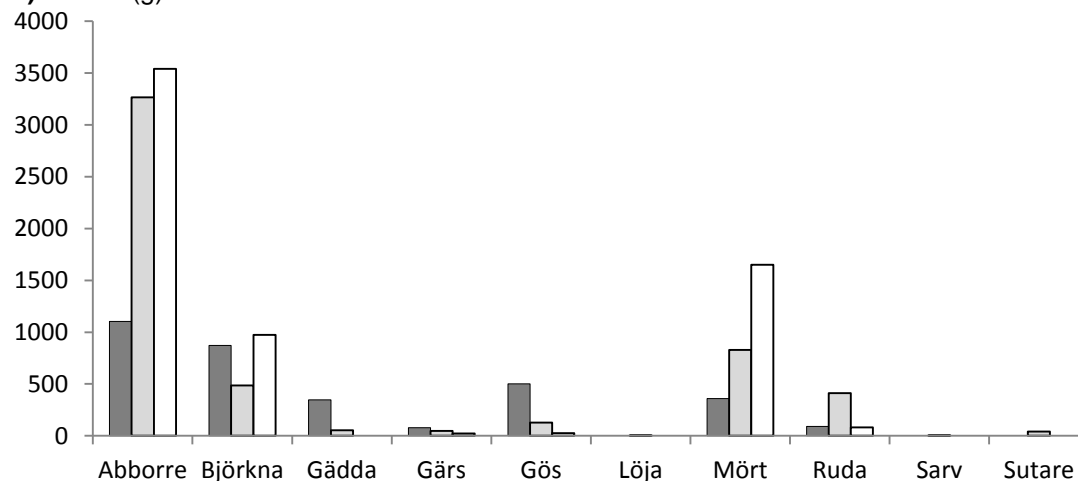
a) NPUE (st.)

■ 2014 □ 2009 □ 2007



2014	37,9 %	35,2 %	0,2 %	9,8 %	1,4 %	0,0 %	15,4 %	0,1 %	0,0 %	0,0 %
2009	68,5 %	10,1 %	0,03 %	6,3 %	0,7 %	0,03 %	13,8 %	0,4 %	0,1 %	0,03 %
2007	55,9 %	14,6 %	0,0 %	2,4 %	0,4 %	0,0 %	26,7 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %

■ 2014 □ 2009 □ 2007

b) WPUE (g)

2014	32,9 %	26,0 %	10,4 %	2,3 %	14,9 %	0,0 %	10,7 %	2,7 %	0,0 %	0,0 %
2009	62,1 %	9,2 %	1,0 %	0,9 %	2,4 %	0,01 %	15,7 %	7,8 %	0,04 %	0,8 %
2007	56,3 %	15,5 %	0,0 %	0,4 %	0,4 %	0,0 %	26,2 %	1,3 %	0,0 %	0,0 %

Figur 9. Fångst per ansträngning a) NPUE (st.) samt artens procentuella andel av totalantalet under grafen, b) WPUE (g) och artens procentuella andel av totalbiomassan under grafen, för åren 2014, 2009 (HÄGGQVIST & PERSSON 2009) och 2007 (MUSTAMÄKI & AHLBECK 2007) i Markusbölefjärden.

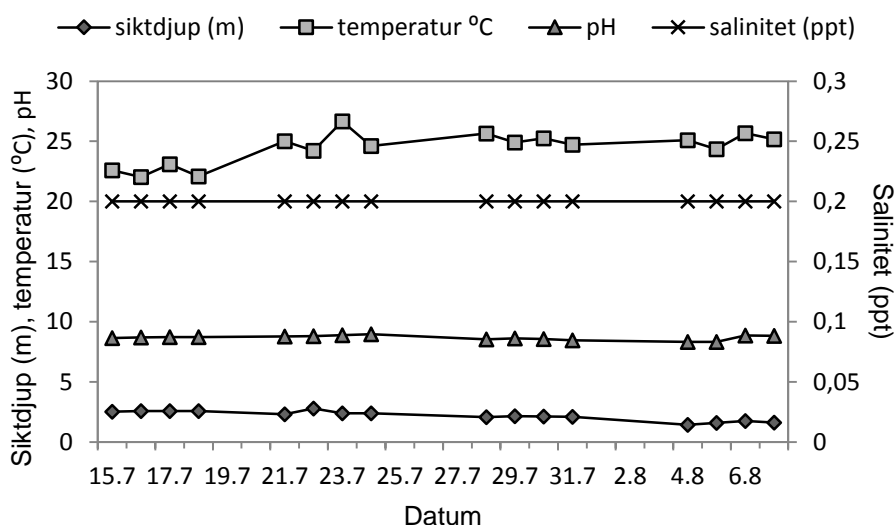
Figure 9. Catch per unit effort a) NPUE (st.) and the percentage of the species of the total number of fish under the graph, b) WPUE (g) and the percentage of the species of the total biomass under the graph in 2014, 2009 (HÄGGQVIST & PERSSON 2009) and 2007 (MUSTAMÄKI & AHLBECK 2007) in the Lake Markusbölefjärden.

4.2 Vargsundet

4.2.1 Hydrografi

I Vargsundet var saliniteten jämn, 0,2 ppt, i ytvattnet (1 m från ytan) under hela provtagningssäsongen (fig. 10). Medeltemperaturen i ytvattnet var 22-26,7 °C. Siktdjupet minskade något mot slutet av provfisket, i början av augusti. Siktdjupet låg runt 1,6-2,8 m. Sjöns pH-värde befann sig runt 8,3-9,0. Värdena är uträknade som ett medeltal per fiskedag där fem eller sex lokaler besöktes per dag.

Den enskilt högsta uppmätta temperaturen var 27 °C som uppmättes i ytvattnet vid tre lokaler den 23 juli (tab. 4). Det högsta uppmätta pH-värdet var 9,0 och det lägsta 7,9 i ytvattnet. Siktdjupet var som mest 2,9 m och som minst 1,2 m. Den enskilt lägsta uppmätta temperaturen i ytvattnet var 21,5 °C. Lägre temperaturer uppmättes i bottenvattnet (bil. 3, 5 och 6). I bottenvattnet (1 m från botten) minskade temperaturen med djupet (bil. 3). I djupintervallet 20-34,9 m var medeltemperaturen 6,0 °C och saliniteten 1,4 ppt. I djupintervallet 0-2,9 m var bottenvattnets pH 8,3 i medeltal medan den var pH 6,7 i djupintervallet 20-34,9 m.



Figur 10. Hydrografi över Vargsundet Temperatur, pH och salinitet mättes på 1 m djup.

Figure 10. The hydrographic parameters of the Lake Vargsundet. Secchi-Temperature, pH-value and salinity were measured at 1 m depth.

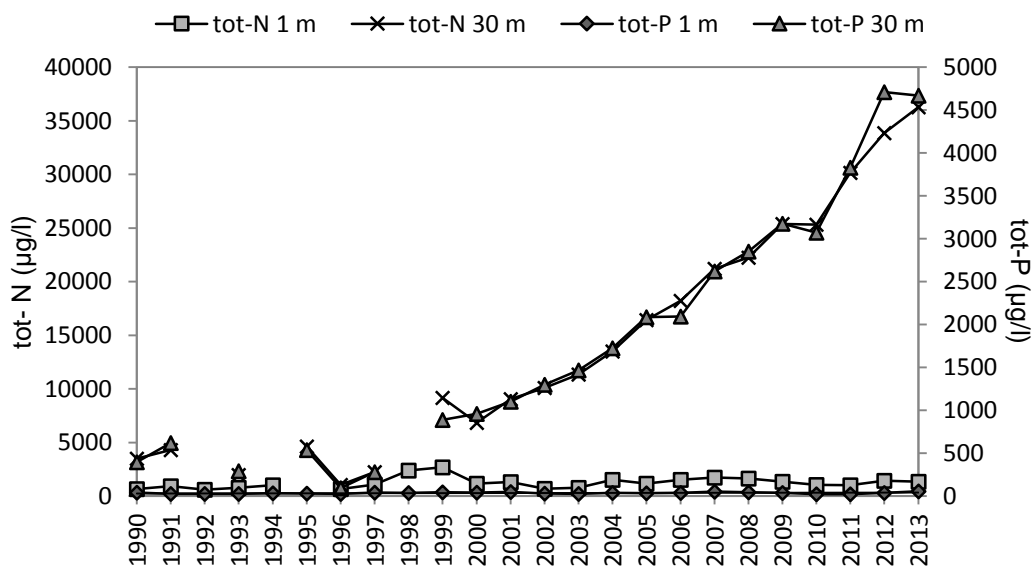
Tabell 4. Ytvattnets största och minsta uppmätta hydrografiska värden i Vargsundet.

Table 4. The highest and the lowest measured hydrographic values of the surface water in the Lake Vargsundet.

	Temperatur min (° C)	Temperatur max (° C)	pH min	pH max	Siktdjup min (m)	Siktdjup max (m)
Värde	21,5	27	7,88	9,02	1,2	2,9
Datum	16 juli	23 juli	31 juli	24 juli	4 augusti	18 juli
Totaldjup (m)	28,2	10,3	2,0	29,7	1,8	14,7
Nätnummer	V5	V20	V35	V18	V39	V9

Totalkvävehalten och totalfosforhalten i bottenvattnet (30 m) har ökat kraftigt sedan början av 2000-talet (fig. 11). I bottenvattnet låg totalfosforhalten år 2000 på 959 µg/l medan den år 2013 låg på 4670 µg/l. Totalkvävehalten i bottenvattnet låg år 2000 på 6850 µg/l jämfört med 36273 µg/l år 2013. Under åren 1990-2013 har totalfosforhalten i medeltal varit 1846 ± 1433 µg/l och totalkvävehalten 14608 ± 10978 µg/l i bottenvattnet.

Totalfosforhalten i ytvattnet har i medeltal varit 36 ± 9 µg/l och totalkvävehalten 1241 ± 529 µg/l under åren 1990-2013. Totalfosforhalten i ytvattnet har fluktuerat mellan 23 µg/l och 56 µg/l och har varken ökat eller minskat. Totalkvävehalten i ytvattnet har fluktuerat mellan 600 µg/l och 2695 µg/l med en topp runt 1998 och 1999. Möjligen har totalkvävehalten ökat något i ytvattnet från 1990 till 2013.

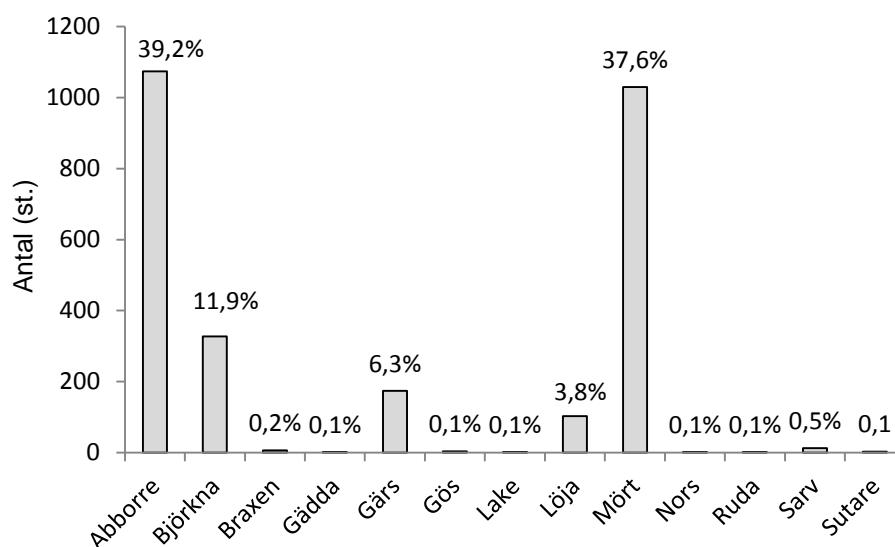


Figur 11. Medeltal för totalkväve och totalfosfor (µg/l) i yt- och bottenvattnet i Vargsundet (data från miljöbyrån/Ålands landskapsregering). Data för åren 1990-2004 från HÄGGQVIST & PERSSON, (2009) med undantag av vissa värden som plockats bort eftersom de var uträknade som ett medeltal mellan föregående och påföljande år i avsaknad av data från det året.

Figure 11. Average concentration of total nitrogen and total phosphorus (µg/l) in the surface and bottom water in the Lake Vargsundet (data from miljöbyrån/Ålands landskapsregering). The data from the years 1990-2004 is from HÄGGQVIST & PERSSON (2009) with the difference that some data is removed as the data was missing.

4.2.2 Provfiske

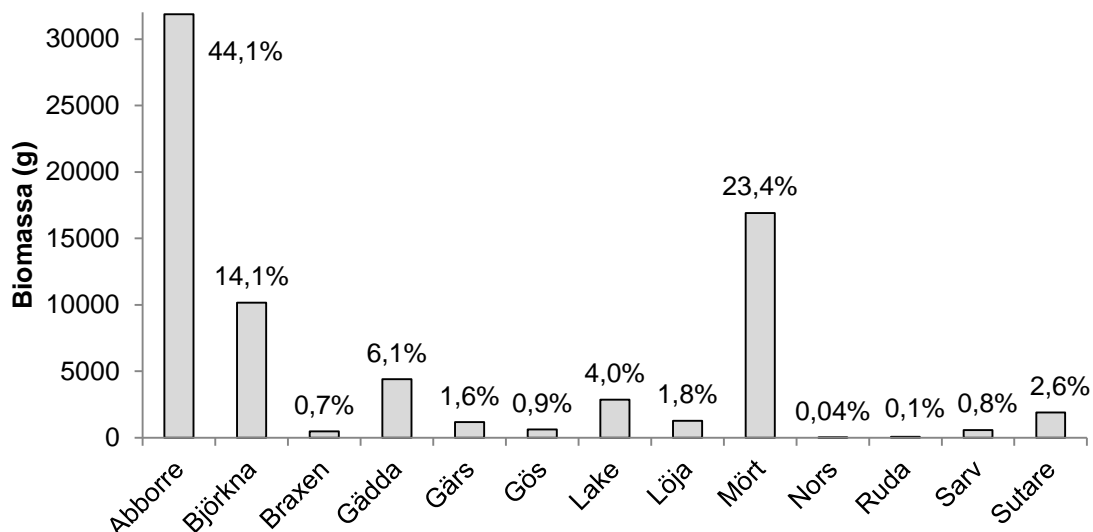
I Vargsundet påträffades 13 fiskarter; abborre, björkna, braxen, gädda, gärs, gös, lake, löja, mört, nors, ruda, sarv och sutare (fig. 12). Abborren var med 1074 fiskar den mest förekommande arten (39,2 % av totalfångsten). Totalt fångades 2742 fiskar i Vargsundet. Antalet fångade mörtar var 1030 stycken och stod för 37,6 % av totalfångsten. Björkna var den tredje mest förekommande arten (11,9 % av totalfångsten) med 327 fiskar. Antalet gärsar uppgick till 174 stycken, löjor 103 stycken och sarvar 13 stycken. Det fångades mindre än 10 stycken per art av braxen, gädda, gös, lake, nors, ruda och sutare.



Figur 12. Antal fiskar (st.) och den procentuella andelen (%) per art i Vargsundet.

Figure 12. Number of fish (st.) and percentage share of the total number (%) in the Lake Vargsundet.

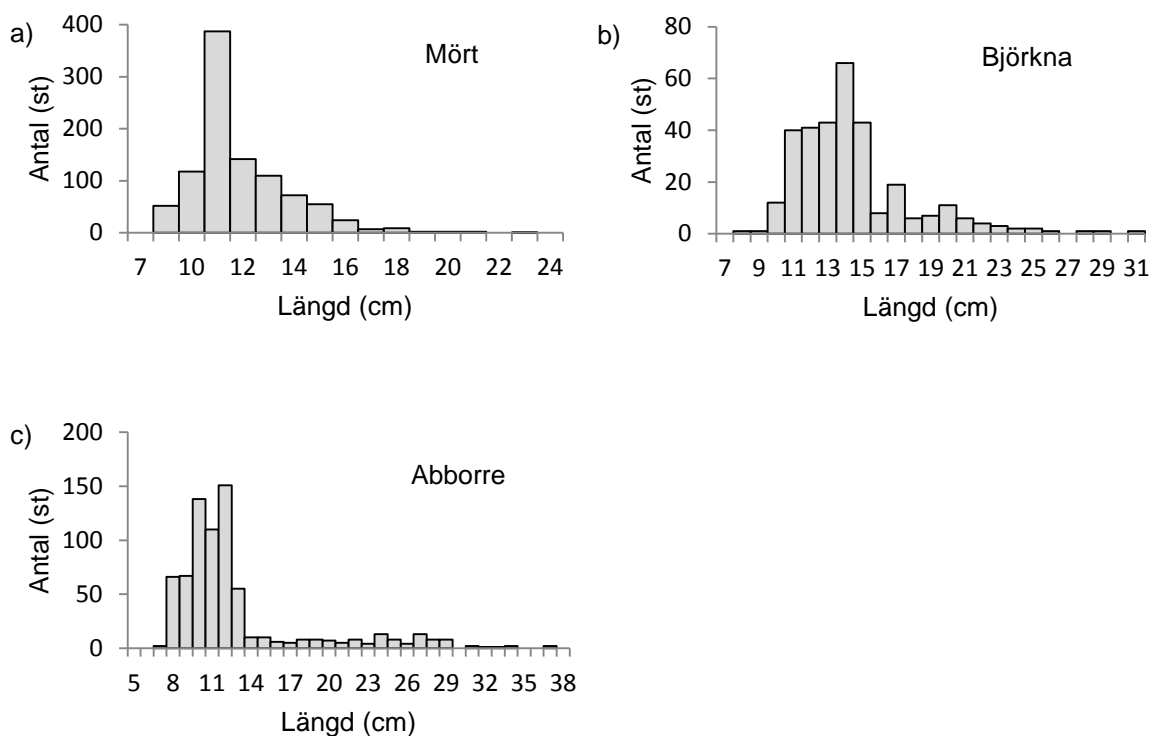
Totalt fiskades det upp 72,3 kg fisk i samband med provfisket i Vargsundet. Av totalvikten utgjorde abborrar största delen (44,1 %), följt av mört (23,4 %) och björkna (14,1 %) (fig. 13). Tillsammans utgjorde abborre, mört och björkna ca 80 % av totalbiomassan. Rovfiskarnas biomassaandel i Vargsundet var 34,6 % och karpfiskarnas stod för 38,1 % av totalbiomassan.



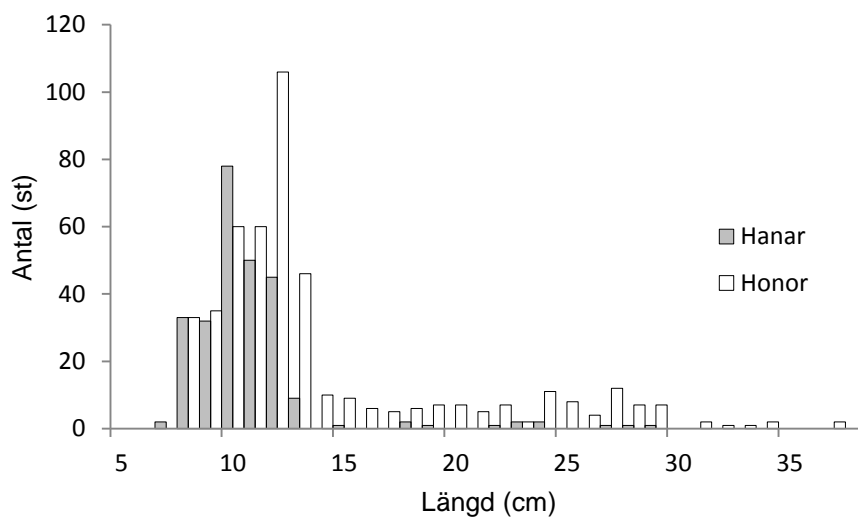
Figur 13. Totalbiomassa (g) och biomassaprocent (%) för varje art i Vargsundet.
 Figure 13. Biomass (g) per species and percentage (%) of the total biomass in the Lake Vargsundet.

Mörtarna hade en medellängd på $11,7 \pm 1,9$ cm (fig. 14). Mörtarnas längdfördelning dominerades av mörtar med en längd kring 11 cm. Det fanns några mörtar som var längre än 20 cm. Björknorna hade en medellängd på $14,3 \pm 3,4$ cm och de flesta björknorna var 11-15 cm. En björkna var över 30 cm och några få över 20 cm. Abborrarna hade en medellängd på $12,7 \pm 5,3$ cm. De flesta abborrarna var runt 8-13 cm, varefter antalet fiskar minskade till mindre än 20 individer per längdklass (cm). Det fanns några abborrar som var över 30 cm.

Undersökningen av könsfördelningen hos abborre visade att 63,7 % var honor och 36,3 % var hanar (N=747). En skillnad kunde ses för hanar och honor i fråga om längd (fig. 15). Under 15 cm (N=599) var 58,4 % honor och 41,6 % hanar. Abborrar som var 15 cm eller längre (N=122) bestod av 91,0 % honor och 9,0 % hanar i Vargsundet.



Figur 14. Längdfördelning (cm) för a) mört b) björkna och c) abborre i Vargsundet.
 Figure 14. Length distribution (cm) of a) roach b) white bream and c) perch in the Lake Vargsundet.

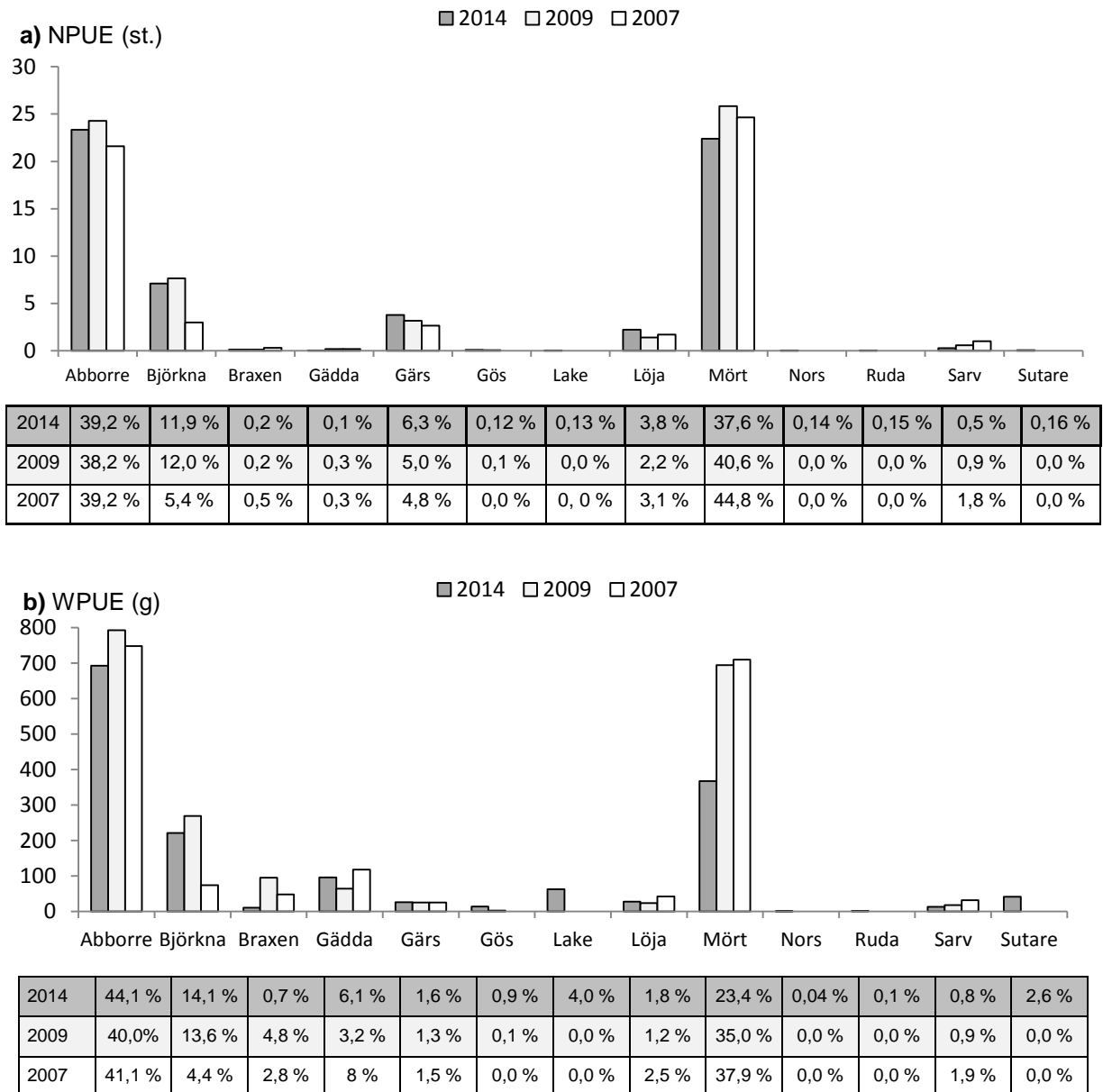


Figur 15. Abborrarnas längdfördelning (cm) för honor och hanar i Vargsundet
 Figure 15. The length distribution (cm) of female and male perch in the Lake Vargsundet.

Under år 2014 fångades färre mörtar än 2009 och 2007 (fig. 16). Antalet björknor som fångades 2014 var något lägre än 2009 men högre än 2007. Fler gärsar och löjor fångades 2014 än tidigare år. Antalet sarvar har minskat sedan 2007. Lake, nors, ruda och sutare var arter som påträffades 2014

men inte under 2009 eller 2007. Abborrarna var till antalet mindre än de som fångades 2009 men fler än under 2007.

Biomassan var dock lägre för abborrarna 2014 än både 2009 och 2007. Mörtarnas biomassa var betydligt lägre under 2014 än tidigare år. Björknornas biomassa var lägre 2014 än 2009 men högre än biomassan var 2007. Sarvens biomassa har, liksom antalet, minskat sedan 2007. Braxens biomassa var lägre 2014 än 2009.



Figur 16. Fångst per ansträngning a) NPUE (st.) samt artens procentuella andel av totalantalet under grafen, b) WPUE (g) och artens procentuella andel av totalbiomassan under grafen, för åren 2014, 2009 (HÄGGQVIST & PERSSON 2009) och 2007 (MUSTAMÄKI & AHLBECK 2007) i Vargsundet.

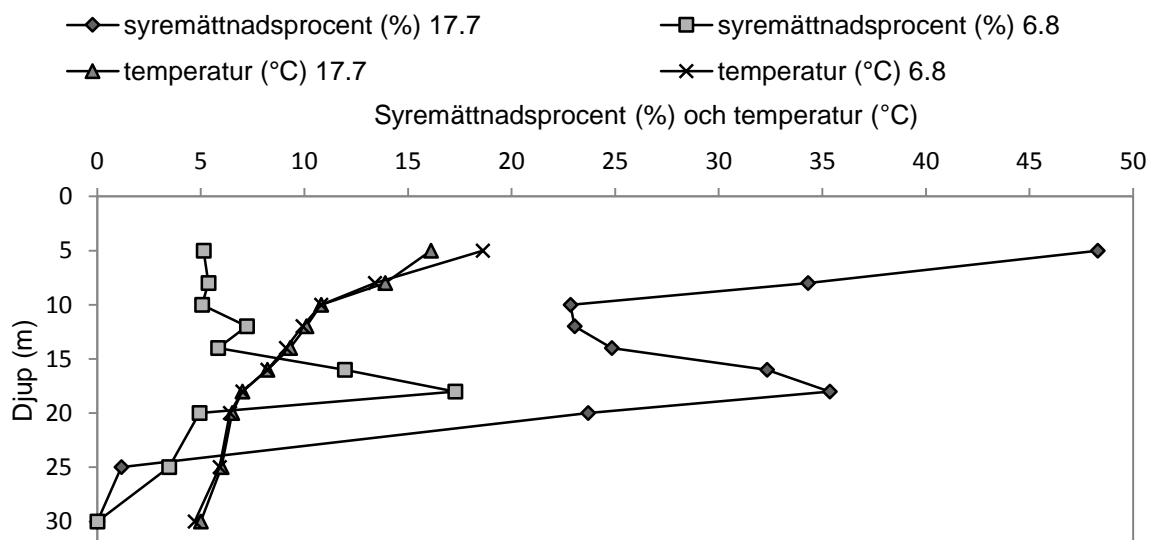
Figure 9. Catch per unit effort a) NPUE (st.) and the percentage of the species of the total number of fish under the graph, b) WPUE (g) and the percentage of the species of the total biomass under the graph in 2014, 2009 (HÄGGQVIST & PERSSON 2009) and 2007 (MUSTAMÄKI & AHLBECK 2007) in the Lake Vargsundet.

4.3 Djupprofil över Vargsundet

4.3.1 Hydrografi

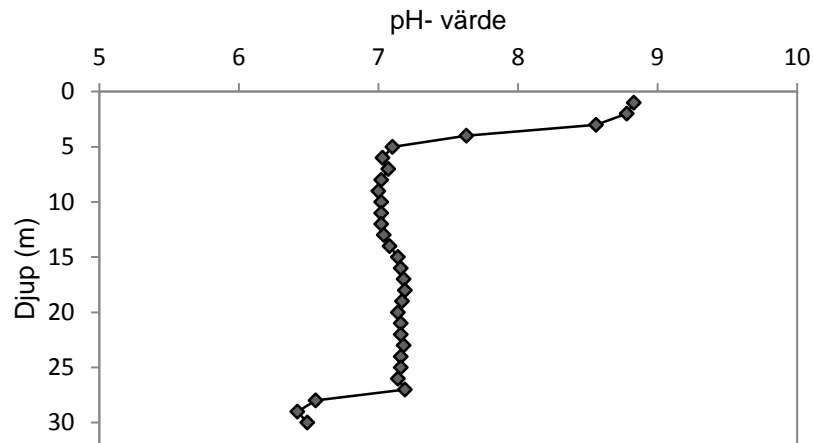
Syrehalten i Vargsundet var högre under första provtagningen, den 17:e juli, än under den senare provtagningen, den 6:e augusti (fig. 17). På 5 m djup, som var det ytligaste provtagningsdjupet, var syrehalten 4,75 mg/l den 17 juli. Medan den var endast 0,48 mg/l den 6 augusti (bil. 4). Från 5 m neråt ökade syrehalten något till 18 m den 6 augusti medan syrehalten minskade från 5 m till 10 m djup 17 juli. Sedan ökade syrehalten igen från 10 m till 18 m djup. Under båda provtagningstillfällena ökade syrehalten vid 18 m, där syrehalten var högre än vid 16 m och 20 m. Från 18 m djup minskade syrehalten vid båda provtagningarna till att vara syrefritt 1 meter från botten (30 m). Syremättnadsgraden var under 50 % från 5 m till botten (fig. 17). Mellan 27 och 28 m djup noterades ett språngskikt där salthalten steg och pH-värdet minskade (fig. 18, bil. 6).

Sjöns pH-värde var 8,8 vid 1 m djup och sjönk ganska kraftigt mellan 2 till 4 m djup till 7,6 (fig. 18). Sedan höll sig pH rätt stabilt runt 7 ner till bottenvattnen. Mellan 27 och 28 m djup skedde en minskning i pH värdet från 7,2 till 6,6. Ytvattnets temperatur (1 m från ytan) i Vargsundet var 24,2 °C vid mättillfället (bil. 5, bil. 6). Temperaturen minskade ner mot djupet och var endast 4,8 vid 30 m (1 m från botten).



Figur 17. Syrets mättnadsprocent (%) och temperaturen (°C) vid 5, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 25 och 30 m djup i Vargsundet den, 17.7 och 6.8.

Figure 17. Oxygen saturation (%) and temperature (°C) at 5, 8, 10, 12, 16, 18, 20, 25 and 30 m in the Lake Vargsundet on July 17th and August 6th.



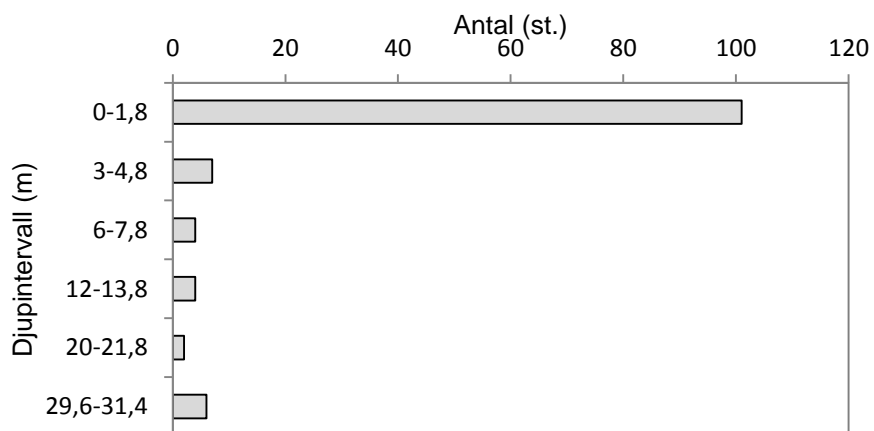
Figur 18. Djupprofil över pH i Vargsundet (1m intervall).

Figure 18. Depth profile of the pH- values in the Lake Vargsundet at 1 m intervals.

4.3.2 Pelagiska nät

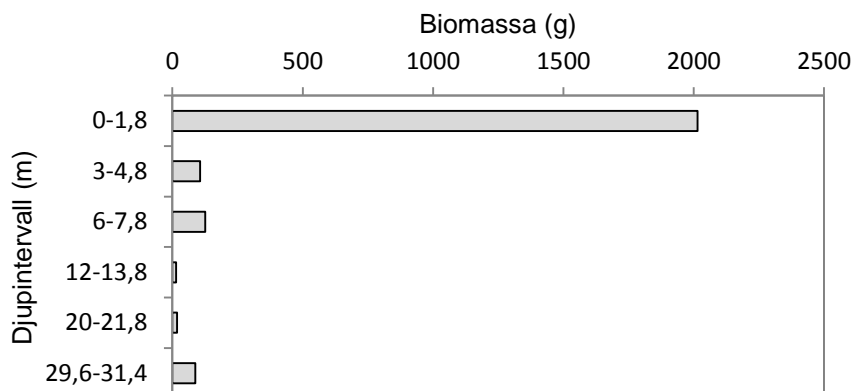
Antalet fiskar var högst (N=101) i ytvattnet. Antalet var minst vid 20-21,8 m där endast 2 fiskar fångades. I bottenvattnet, runt 30 meter, fanns det fler fiskar (fig. 19). Värt att notera är att det rör sig till antal och biomassa om 2-7 individer per nät och 14,0-106,0 g fisk per nät, med undantag av det ytligaste nätet. Totala antalet fiskar i de pelagiska näten var 124 stycken.

Den totala biomassan i de pelagiska näten var störst vid ytan (N=2 015,2 g vid 0-1,8 m) (fig. 20). Sedan minskade biomassan till nästa djup (3-4,8 m) och ökade igen vid 6-7,8 m djup. Biomassan var 14,0 g för nätet på 12-13,8 m djup. Djupare ner (20-21,8 m) ökade biomassan till 17,3 g. Biomassan för botten nätet (29,6-31,4 m) var 88,0 g. Totala biomassan i de pelagiska näten var 2 409,5 g.



Figur 19. Antalet fiskar (st.) i pelagiska nät för de olika djupintervallen i Vargsundet.

Figure 19. Number of fish (st.) in along the depth profile with pelagic nets in the Lake Vargsundet.



Figur 20. Djupprofil över biomassan (g) över alla infångade fiskar i de pelagiska näten i Vargsundet.

Figure 20. Depth profile of the biomass (g) of all fish captured in the pelagic nets in the Lake Vargsundet.

Abborre fångades i alla pelagiska nät på alla djupintervall, ibland dock med endast någon enstaka individ (tab. 5). I ytvattnet påträffades abborre, gärs, löja och mört. Vid 3-4,8 m fångades endast abborre och mört. Samma arter och en björkna fanns vid 6-7,8 m. Vid 12-13,8 m fångades abborre och nors. Endast abborre fångades i nätet på 20-21,8 m. I bottennätet, som låg på ungefär 30 m djup påträffades abborre, löja och mört.

Tabell 5. Fiskarter och antalet fiskar i de olika djupintervallen i Vargsundet. Värden baseras på fångsten från de pelagiska näten.

Table 5. Fish species and the number of fishes at the depth intervals in the Lake Vargsundet. Values based on fish from the pelagic nets.

Djup (m)	Abborre	Björkna	Gärs	Löja	Mört	Nors
0-1,8	41	0	1	38	21	0
3-4,8	1	0	0	0	6	0
6-7,8	2	1	0	0	1	0
12-13,8	2	0	0	0	0	2
20-21,8	2	0	0	0	0	0
29,6-31,4	1	0	0	3	2	0

4.4 Jämförelse mellan Vargsundet och Markusbölefjärden

4.4.1 Hydrografi

Vattentemperaturen var betydligt högre vid provfisketillfällena i Vargsundet än i Markusbölefjärden. Saliniteten i båda sjöarna var 0,2 ppt i ytvattnet (fig.3, fig. 10). Siktdjupet var ungefär densamma i

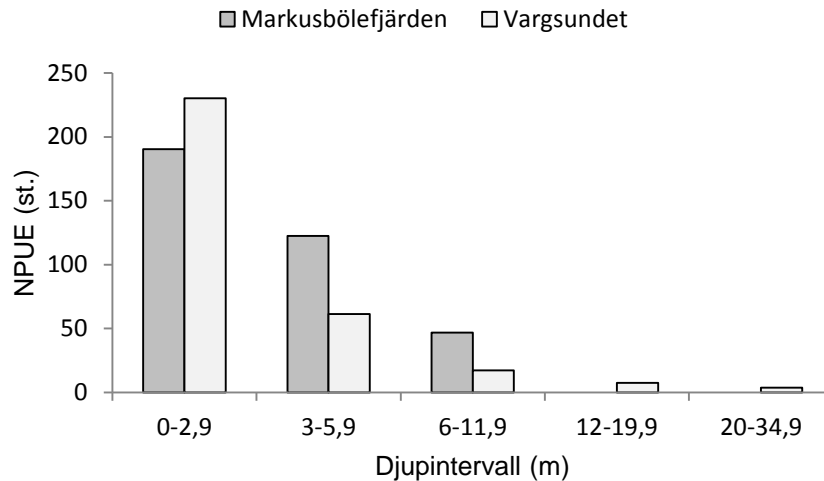
båda sjöarna med 1,6-2,8 m i Markusbölefjärden och 1,2-2,9 m i Vargsundet. Likaså var pH-värdena också ungefär desamma i de båda sjöarna, med enskilt lägsta och högsta värden 7,8 och 8,4 i ytvattnet i Markusbölefjärden och i Vargsundet med 7,9 och 9,0 (tab. 3 och tab. 4). Totalfosfor varierade i bottenvattnet (6-8,6 m) i Markusbölefjärden men når inte de höga nivåer som har uppmätts i Vargsundet, där totalfosfor 2012 och 2013 har uppmätts på över 4500 µg/l i bottenvattnet på 30 m (fig. 4, fig. 11). Totalkvävet befinner sig runt 1000 µg/l i både yt- och bottenvattnet i Markusbölefjärden. I Vargsundet rör sig totalkvävet kring 1000-2000 µg/l i ytvattnet men i bottenvattnet har totalkvävet varit över 35 000 µg/l under 2013.

4.4.2 Provfiske

Karpfiskarnas andel av totalbiomassan var ungefär densamma i båda sjöarna, 38,1 % i Vargsundet och 39,4 % i Markusbölefjärden. Markusbölefjärden hade en större procent rovfiskar (abborre & gös >15 cm), sett till biomassan, än vad Vargsundet hade. I Markusbölefjärden var de flesta mörtar kring 10 cm och i Vargsundet var de kring 11 cm. Längden på de flesta björknor i Markusbölefjärden var kring 9-13 cm och i Vargsundet kring 11-15 cm. Vargsundet hade en större procent abborrhonor än Markusbölefjärden.

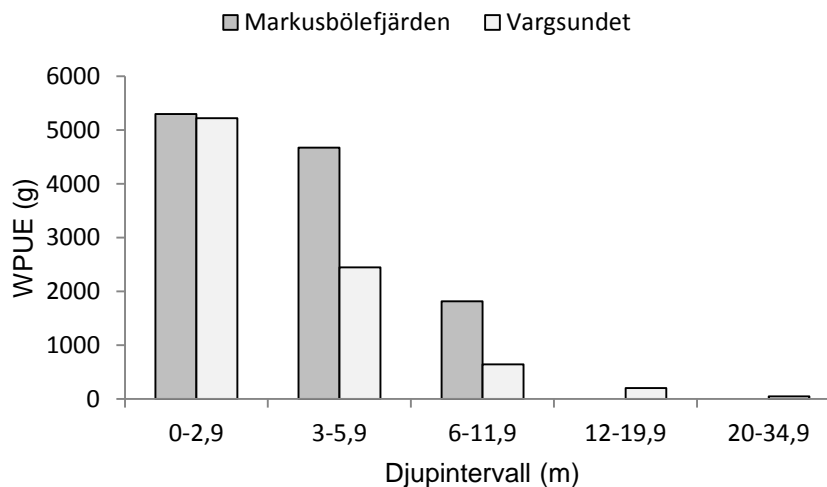
Fler fiskar per ansträngning (NPUE) fångades i Vargsundet än i Markusbölefjärden på 0-2,9 m djup (fig. 21). Däremot var antalet fiskar (NPUE) som fångades inom intervallen 3-5,9 m och 6-11,9 m fler i Markusbölefjärden än i Vargsundet. Inga nät sattes i Markusbölefjärden på djupare vatten, eftersom maximidjupet befann sig inom djupintervallet 6-11,9 m. Flest fiskar fångades per nät (NPUE) på 0-2,9 m i både Vargsundet och Markusbölefjärden. Sedan minskade fångsten antalsmässigt (NPUE) i båda sjöarna med djupet. I Vargsundet fångades fiskar ända ner i det djupaste intervallet på 20-34,9 m.

Biomassan per nät (WPUE) var störst inom 0-2,9 m djup i både Vargsundet och Markusbölefjärden (fig. 22). Biomassan (WPUE) var något större i Markusbölefjärden än i Vargsundet inom djupintervallet 0-2,9 m trots att antalet (NPUE) var mindre i Markusbölefjärden. Biomassan (WPUE) minskade sedan med ökat djup för både Markusbölefjärden och Vargsundet. Biomassan (WPUE) i Vargsundet var minst på 20-34,9 m djup. Markusbölefjärden hade en större biomassa (WPUE) per djupintervall inom alla djupintervall där det sattes nät i Markusbölefjärden.



Figur 21. Antal per ansträngning, NPUE (st.), för olika djup i Vargsundet och Markusbölefjärden. Notera att maxdjupet i Markusbölefjärden befann sig inom 6-11 m intervallet. Vargsundets pelagiska nät ingick inte, endast bottennäten för att kunna jämföra mellan sjöarna.

Figure 21. Number per unit effort, NPUE (st.) of the depth intervals in the Lake Vargsundet and the Lake Markusbölefjärden. To note, the maximum depth in the Lake Markusbölefjärden did not exceed the interval 6-11 m. The pelagic nets are not included in the figure, but only the bottom nets to compare between the lakes.



Figur 22. Biomassa per ansträngning, WPUE (g), för olika djup i Vargsundet och Markusbölefjärden. Notera liksom i figuren ovan att maximidjupet i Markusbölefjärden befann sig inom 6-11 m intervallet. Vargsundets pelagiska nät ingick inte, endast bottennäten för att kunna jämföra mellan sjöarna.

Figure 22. Weight per unit effort (WPUE) (g) of the depth intervals in the Lake Vargsundet and the Lake Markusbölefjärden. To note, the maximum depth in the Lake Markusbölefjärden did not exceed the interval 6-11 m. The pelagic nets from the Lake Vargsundet are not included in the figure, but only the bottom nets to compare between the lakes.

4.5 Klassificering av ekologisk status

4.5.1 Markusbölefjärden

Fiskbeståndets totala status år 2014 var god (tab. 6). Likaså hade antal arter (varav indikatorarter) god status. Rovfiskars och karpfiskars andel av biomassan hade hög status. Antal (NPUE) hade måttlig status och biomassa (WPUE) endast otillfredsställande status. Den sämsta statusen i Markusbölefjärden var otillfredsställande år 2014. Vid den sammanvägda klassificeringen beaktas fiskbeståndsvariablerna, fysikalisk-kemiska faktorer, växtplankton, vattenväxter och bottenfauna. I den sammanvägda klassificeringen hade Markusbölefjärden måttlig status 2014.

Fiskbeståndets totala status var för 2014 god, liksom den var enskilt för åren 2009 och 2007 (tab. 6). Medeltalet av fiskebeståndens variabler för de tre åren 2014, 2009 och 2007 tillsammans gav god ekologisk status. Markusbölefjärdens antal (NPUE) har stigit från otillfredsställande status 2007 till måttlig status 2009 och var även måttlig 2014. Biomassan (WPUE) har blivit från att ha varit dålig 2009 och 2007 till otillfredsställande 2014. Karpfiskarnas och rovfiskarnas andel av biomassan har haft hög status 2007, 2009 och 2014. Antal arter (varav indikatorarter) har haft god status 2007, 2009 och 2014 trots att antalet arter har varierat. Medianen av de tre åren 2014, 2009 och 2007 tillsammans gav sjön måttlig status i den sammanvägda klassificeringen. Likaså hade sjön måttlig status sett tillsammans för åren 2009 och 2007. Den sämsta statusen för åren 2014, 2009 och 2007 var dålig status. Totalfosfor, som uppmättes 2012-2006, hade otillfredsställande status i Markusbölefjärden. Totalkväve hade måttlig status och klorofyll hög status. Vattenväxternas totala status i sjön var måttlig. Bottenfaunan i sjön hade otillfredsställande status.

Markusbölefjärdens totala fiskbestånd hade god status med de nya referensvärdena uträknade för år 2009 och 2007. Antal (NPUE) från 2009 och från 2007 i Markusbölefjärden ändrades också med de nya referensvärdena. Tidigare hade antalet (NPUE) från 2009 otillfredsställande status, i och med de nya referensvärdena höjdes det till måttlig status. Antalets (NPUE) status från 2007 ändrades från dålig till otillfredsställande. Vattenväxternas totala status hölls oförändrat fastän variablernas status förändrades något för Markusbölefjärden.

4.5.2 Vargsundet

Vargsundets ekologiska status var 2014 hög i avseende på antal (NPUE), biomassa (WPUE), och karpfiskars och rovfiskars andel av biomassa (tab. 6). Antalet arter fick en god status i sjön. En indikatorart påträffades, lake. Fiskbeståndets totala status 2014 var hög. Vargsundet hade god status 2014 i den sammanvägda klassificeringen. Den sämsta statusen för 2014 var god status.

Under tidigare år, 2009 och 2007, hade sjön också hög status i fråga om fiskbestånd. Under 2009 hade biomassan (WPUE) god status i Vargsundet medan den 2007 hade hög status. År 2014 hade biomassan (WPUE) hög status igen. I den sammanvägda klassificeringen gav åren 2014, 2009 och

2007 tillsammans sjön en hög status, liksom åren 2009 och 2007 gjorde tillsammans. Men endast för år 2014 var den sammanvägda klassificeringen lägre, då sjön hade god ekologisk status. Den sämsta statusen för åren 2014, 2009 och 2007 tillsammans var god ekologisk status.

Den sammanvägda klassificeringen utan fiskbeståndets variabler ger sjön endast måttlig status och den sämsta statusen är då otillfredsställande status. Vargsundets totalfosfor och klorofyll a (2012-2006) hade god status medan totalkvävet hade otillfredsställande status. Vattenväxternas totala status hade otillfredsställande status och bottenfaunan från sublitoralen hög status.

Vargsundets totala fiskbestånd hade hög status med de nya referensvärdena uträknade för år 2009 och 2007. Biomassaklassificeringen från 2009 i Vargsundet ändrades med de nya referensvärdena. Biomassan ändrades från hög till god status. Vattenväxternas totala status hölls oförändrat fastän variablernas status förändrades något.

Tabell 6. Markusbölefjärdens och Vargsundets ekologiska status baserat på fiskebestånd från 2014, 2009 och 2007. Ekologisk status baserat på fysikalisk-kemiska faktorer, växtplankton, vattenväxter och bottenfauna samt den sammanvägda klassificeringen anges för de år undersökningarna är gjorda under åren 2006-2014.

Table 6. The classification of the Lake Markusbölefjärden and the Lake Vargsundet based on fish communities from 2014, 2009 and 2007. Ecological status is based on physical-chemical factors, phytoplankton, aquatic plants and benthos. The concluded classification is for studied years during the period 2006-2014.

Variabel	År	Markusbölefjärden	Vargsundet
		Status	Status
FISKBESTÅND			
Antal/ NPUE (st.)	2014	121,2 (M)	65,5 (H)
	2009 ¹	143,9 (M)	63,5 (H)
	2007 ¹	213,3 (O)	55,1 (H)
Biomassa/ WPUE (g)	2014	3351 (O)	1747,8 (H)
	2009 ¹	5092 (D)	1983,4 (G)
	2007 ¹	6613,8 (D)	1697,9 (H)
Karpfiskars andel av biomassa (%)	2014	39,4 (H)	38,1 (H)
	2009 ¹	34,6 (H)	46,1 (H)
	2007 ¹	43 (H)	49,4 (H)
Rovfiskars andel av biomassa (%)	2014	47,3 (H)	34,6 (H)
	2009 ¹	40 (H)	27,5 (H)
	2007 ¹	34,3 (H)	24,4 (H)
Antal arter (varav indikatorarter)	2014	7 (0) (G/M)	13 (1) (G)
	2009 ¹	10 (0) (G)	9 (0) (G)
	2007 ¹	7 (0) (G)	8 (0) (G)
Fiskbeståndets totala status (EQR)	2014	0,61 (G)	1,0 (H)
	2009 ¹	0,6 (G)	1,0 (H)
	2007 ¹	0,6 (G)	1,0 (H)
Antal/ NPUE (st.)	2014, -09 ¹ , -07 ¹	159,5 (O)	61,4 (H)
Biomassa/ WPUE (g)	2014, -09 ¹ , -07 ¹	5018,9 (D)	1809,7 (H)
Karpfiskars andel av biomassa (%)	2014, -09 ¹ , -07 ¹	39,0 (H)	44,5 (H)
Rovfiskars andel av biomassa (%)	2014, -09 ¹ , -07 ¹	40,5 (H)	28,8 (H)
Antal arter (varav indikatorarter)	2014, -09 ¹ , -07 ¹	8 (G)	10 (G)
Fiskbeståndets totala status (EQR)	2014, -09 ¹ , -07 ¹	0,6 (G)	1,0 (H)
	2009 ¹ , -07 ¹	0,6 (G)	1,0 (H)
	2007 ¹	0,6 (G)	1,0 (H)

FÄRGKODNING ÖVER EKOLOGISK STATUS

Hög (H)	God (G)	Måttlig (M)	Otillfreds- ställande (O)	Dålig (D)	Ej klassificerad
---------	---------	-------------	------------------------------	-----------	------------------

¹ HÄGGQVIST & PERSSON (2009), ² GREN (2011), ³ BYSTEDT (2011), ⁴ LIUNGMAN & BOSTRÖM (2014),

⁵ LIUNGMAN et al. (2014)

Tabell 6 forts. Markusbölefjärdens och Vargsundets ekologiska status baserat på fiskebestånd från 2014, 2009 och 2007. Ekologisk status baserat på fysikalisk-kemiska faktorer, växtplankton, vattenväxter och bottenfauna samt den sammanvägda klassificeringen anges för de år undersökningarna är gjorda på under åren 2006-2014.

Table 6 continued. The classification of the Lake Markusbölefjärden and the Lake Vargsundet based on fish communities from 2014, 2009 and 2007. Ecological status is based on physical-chemical factors, phytoplankton, aquatic plants and benthos. The concluded classification is for the years 2006-2014 when the investigations were performed.

Variabel	År	Markusbölefjärden	Vargsundet
		Status	Status

FYSIKALISK-KEMISKA FAKTORER

Totalfosfor (µg/l)	2012-2006	54 (O)	21 (G)
Totalkväve (µg/l)	2012-2006	820 (M)	902 (O)

VÄXTPLANKTON

Klorofyll-a (µg/l)	2012-2006	6,6 (H)	9,89 (G)
--------------------	-----------	---------	----------

VATTENVÄXTER

Typenliga arters andel (TT50SO)	2010/2011	0,42 (H) ³	0,18 (M) ²
Relativ modellikhet (PMA)	2010/2011	10,16 (O) ³	10,80 (O) ²
Referensindex (RI)	2010/2011	40,0 (G) ³	50,0 (H) ²
Vattenväxternas totala status	2010/2011	0,57 (M) ³	0,31 (O) ²

BOTTENFAUNA

Djupområde (BQI)	2011	(O) ⁴	
Sublitoral (BQI)	2011/2013	(O) ⁴	(H) ⁵
Profundal (BQI)			
Sjön (BQI)			

SAMMANVÄGD KLASSIFICERING

Sammanvägd klassificering av samtliga variabler	2014	0,49 (M)	0,68 (G)
	2014, -09, -07	0,57 (M)	0,90 (H)
	2009, -07	0,50 (M)	0,80 (H)
Sammanvägd klassificering "sämsta statusen"	2014	(O)	(G)
	2014, -09, -07	(D)	(G)

SAMMANVÄGD KLASSIFICERING UTAN

FISKBESTÅNDETS VARIABLER

Sammanvägd klassificering	2013-2006	0,41 (M)	0,44 (M)
Sammanvägd klassificering "sämsta statusen"	2013-2006	(O)	(O)

FÄRGKODNING ÖVER EKOLOGISK STATUS

Hög (H)	God (G)	Måttlig (M)	Otillfreds-ställande (O)	Dålig (D)	Ej klassificerad
---------	---------	-------------	--------------------------	-----------	------------------

¹ HÄGGQVIST & PERSSON (2009), ² GREN (2011), ³ BYSTEDT (2011), ⁴ LIUNGMAN & BOSTRÖM (2014), ⁵ LIUNGMAN et al. (2014)

5 Diskussion

5.1 Markusbölefjärden

5.1.1 Hydrografi

Ytvattnets pH-halt i Markusbölefjärden var rätt högt med ett medeltal på 7,9–8,2. Trots det var pH-värdena lägre än de som uppmättes av HÄGGVIST & PERSSON (2009). De uppmätte ett pH-värde på 8,5–8,7 i ytvattnet medan det enskilt högsta värde som uppmättes sommaren 2014 var 8,4. I sommarens provtagningar hade bottenvattnet lägre pH än ytvattnet. Även siktdjupet var lägre 2014 än 2009. År 2014 var siktdjupet i medeltal 1,7–2,5 m medan det år 2009 var 2,3–3,4 m. Saliniteten i ytvattnet och bottenvattnet var 0,2 ppt/PSU 2014.

Att pH-värdena och siktdjupet skiljer sig mellan 2009 och 2014 kan bero på hur resultatet är uträknat eller tidpunkt på året. HÄGGVIST & PERSSON (2009) fiskade i Markusbölefjärden 28.6–22.7 och 5.8–24.8 medan det år 2014 fiskades under en kortare tidsperiod (9.6–3.7) men med fler nät. Temperaturen år 2014 var ovanligt kall då det fiskades i Markusbölefjärden, den varmaste temperaturen som uppmättes i ytvattnet var 19,9 °C medan temperaturen låg kring 21,4–22,6 °C år 2009.

Markusbölefjärden har tidigare klassificerats som en eutrof sjö (LINDHOLM 1991) och totalfosfor- och totalkvävehalten har inte minskat sedan dess. Totalkväve och totalfosfor har varierat under åren 1990–2013 men en något stigande trend kan ses för både bottenvattnet och ytvattnet. Kvävehalten i ytvattnet och bottenvattnet har varit ungefär densamma sedan början av 2000-talet med undantag av en topp 2011, då en förhöjning kan ses både för totalkväve och för totalfosfor i bottenvattnet.

5.1.2 Provfiske

Det påträffades färre arter 2014 än 2009. Löja, sarv och sutare påträffades 2009 men inte 2014. Samma arter påträffades 2007 och 2014. Abborren var den art som 2014, 2009 och 2007 hade den största procentuella andelen av totalbiomassan. Tidigare, under 2009 och 2007 utgjorde mörtén den art som hade den näst största procentuella andelen av totalbiomassan. Men år 2014 hade både björknan och gösen gått om mörtén i fråga om den procentuella andelen av totalbiomassan. Värt att notera är att 2009 var mörténs procentuella del av den totala fångsten, räknat i antal, mindre än den var 2014. År 2009 utgjorde mörtarna 13,8 % medan de utgjorde 15,4 % år 2014.

Att björknornas och gösarnas procentuella andel av biomassan har kunnat öka så mycket kan förklaras med att abborrarna var dominerande 2009 med 68,4 % av den totala fångsten medan de 2014 endast utgjorde 37,9 % av den totala fångsten. Abborrarna har minskat både i antal (NPUE) och biomassa (WPUE) sedan 2009 och minskade också från 2007 till 2009. Mörtarna har också minskat i antal (NPUE) och biomassa (WPUE) sedan 2009. Värdena från 2009 (NPUE och WPUE) var lägre än

2007 års värden. Möjligen har abborren minskat till följd av att siktdjupet har minskat. Abborren trivs bättre i vatten med lägre grumlighet (OLIN et al. 2002).

Markusbölefjärden har konstaterats vara en eutrof sjö med stigande halt av kväve och fosfor. Mörtarna trivs bättre i mera mesotrofa (mindre näringsrik än en eutrof sjö) sjöar (OLIN et al. 2002) och möjligen har de stigande halterna av näringsämnen haft en negativ inverkan på mörtarna i sjön. Mörtarna kan ha fått högre mellanarts konkurrens i och med att gösarna, björknorna, braxarna och gärsarna har ökat p.g.a. eutrofiering (OLIN et al. 2002). Björknorna har ökat i antal (NPUE) och biomassa (WPUE) sedan 2009 men 2007 års biomassa (WPUE) var högre 2007 än den var 2014. Gösarna, gäddorna och gärsarna har ökat i antal (NPUE) och biomassa (WPUE) sedan 2009 och 2007. Gösarna trivs bättre i vatten med högre grumlighet, med andra ord, lägre siktdjup. Björknorna gynnas mera än mörtarna av att vattnet blir mera eutrofierat, vilket kan förklara björknornas ökning och mörtarnas tillbakagång (OLIN et al. 2002).

Abborrarna i Markusbölefjärden hade två längdklasser som dominerade, 9 cm och 12-13 cm. I undersökningarna av HÄGGVIST & PERSSON (2009) och MUSTAMÄKI & AHLBECK (2007) hade abborrarna en topp vid 10 cm. En splittrad längdfördelning mellan årets unga abborrar kan uppkomma och urskiljas redan under det första levnadsåret. Beroende på tillgången av lämplig bytesfisk (t.ex. braxen- och mörttyngel) och tidpunkten för "kläckningen" av abborryngel kan den större gruppens abborrar börja äta den mindre gruppens abborrar (HEERMANN & BORCHERDING 2013). Huruvida dessa två dominerande längdklasser består av årsyngel är dock oklart eftersom inga åldersanalyser gjordes i samband med denna undersökning. Den minsta fiskätande abborren som påträffades i Markusbölefjärden under sommarens fiske var 16,8 cm. Därmed förefaller det sig osannolikt att abborrar redan under första levnadsåret skulle börja äta fisk och därmed även mindre artfränder. Björknorna hade en rätt jämn längdfördelning utan någon synbar topp både 2014 och 2009. Mörtarna hade en topp vid 10 cm sommaren 2014. Längdfördelning för mörtarna saknas för 2009 men 2007 hade mörtarna en jämn fördelning.

Honorna dominerade abborrfångsten 2014, i synnerhet i de större storleksklasserna. Även under 2009 sågs en ojämn könsfördelning med fler honor (67,2 %) än hanar, vilket konstaterades vara normalt HÄGGQVIST & PERSSON (2009). Honorna växer snabbare och blir ofta större än hanarna (KOLI 1990, NIELSEN & SVEDBERG 2004). För år 2007 saknas data om abborrarnas könsfördelning. Färre rovfiskar hade ätit kräftor 2014 än 2007. För 2009 års provfiske undersöktes endast abborrmagar, även då hade fler abborrar kräfta i magen än 2014. Svarta prickar, en tilltänkt patogen, kunde liksom tidigare år konstateras på mörtfiskar. År 2007 konstaterades mindre än 1 % av fiskarna ha svarta prickar, 2009 hade 12,9% svarta prickar och 2014 hade 4 % av fiskarna svarta prickar. Patogenen har inte identifierats och därmed går det inte att säkerställa att prickarna orsakades av samma sjukdomsalstrare under de tre åren.

5.2 Vargsundet

5.2.1 Hydrografi

Höga ytvattentemperaturer (22-26,7 °C) uppmättes under fisket. Siktdjupet var i medeltal 1,6-2,8 m medan den var lägre, 1-2 m, under provfisket 2009 och under tidigare år 1996-2008 enligt HÄGGVIST & PERSSON (2009). I ytvattnet uppmättes högre pH-värden än sommaren 2009, pH = 7-8. I bottenvattnet var pH-värdet lägre än i ytvattnet med ett pH-värde på 6,7-8,3, medan den var 6-7 sommaren 2009.

Saliniteten var 2009 mellan 0,18 och 0,2 ppt i både yt- och bottenvattnet (HÄGGVIST & PERSSON 2009). Saliniteten mättes sommaren 2009 på samma sätt som 2014: 1 m från ytan och 1 m från botten. Det största djupet ett hydrografiprov togs på 2009 var 13,5 m, vilket innebär att man 2009 kan ha missat skiktningen mellan salt och sött vatten eftersom det i det djupaste intervallet uppmättes ett salinitetsmedelvärde på 1,4 ppt sommaren 2014.

Sjöns meromiktiska karaktär, det syrefria bottenvattnet och de stigande halterna av totalkväve och totalfosfor i bottenvattnet kan utgöra en källa till oro. Då fosfor överstiger 0,01 mg/l uppskattas vattnet vara eutrofierat (SMIL 2000). I Vargsundet var mängden i bottenvattnet över 4 mg/l under 2012 och 2013. Syrefattiga miljöer försämrar dessutom botten sedimentets förmåga att binda och hålla kvar fosfor i sedimentet varvid mängden fosfor i vattenkolumnen ökar (MORTIMER 1941). Detta leder till att växtplanktonbiomassan och algbloomingarna ökar medan siktdjupet minskar. I och med att växtplanktonbiomassan ökar, ökar mängden biomassa som ska brytas ner i bottenvattnet, vilket kan leda till syrefattiga eller syrefria områden (SMIL 2000). Detta bildar en cirkel i och med att mer fosfor frigörs. En förhöjd fosforhalt kan också ha en inverkan på kvävet genom att stimulera kvävet kretslopp (SMIL 2000). Medan mängden kväve i sin tur kan ha en negativ inverkan på den fosfor som frigörs från botten. I fall kvävet är i rätt form (främst nitrat) och kvävemängden blir tillräckligt hög (>1 g N/m³) frigörs inte fosfat i vattenkolumnen fastän bottenvattnet är syrefritt (ANDERSEN 1982).

Fosfor- och kvävehalterna i bottenvattnet ökar. Frågan är om denna ökning beror på intern belastning eller på närsaltsökningen från externa källor? Möjligen är det en kombination av båda. Att Vargsundet borde restaureras med tanke på dess höga näringsinnehåll i bottenvattnet samtidigt som tillrinningen från yttre källor borde utredas, har nämnts i t.ex. HÄGGQVIST & PERSSON (2009) och MUSTAMÄKI & AHLBECK (2007).

5.2.2 Provfiske

I sommarens provfiske påträffades flera arter som inte påträffades av HÄGGVIST & PERSSON (2009) eller MUSTAMÄKI & AHLBECK (2007). Av de 13 arterna som fiskades upp 2014 var lake, nors, ruda och sutare arter som inte påträffades 2009 eller 2007. Nors har påträffats tidigare i Vargsundet av

NUMMELIN & PERUS (1999). Då fångades en nors i sjöns södra del på 2,5 m djup 11 juni 1999. I sommarens provfiske fångades två norsar på 12,0–13,8 m 24 juli i ett pelagiskt nät. Laken har tidigare påträffats i sjön, och den fanns nämnd i LINDHOLM et al. (1999) som en art som dog i fiskdöden 1997.

En möjlig anledning till att fler arter påträffades 2014 än 2009 och 2007 är att nätansträngningen ökat och att andra fiskeplatser har provfiskats. Även andra nät (översiktsnät 35 m x 3 m) användes 2009 i en av provfiskeomgångarna. Sammanlagt fiskades det med 20 nätnätter/sjö (2009) och 10 nätnätter/sjö (2007). Sommaren 2014 fiskades det med 40 bottennät i Vargsundet. Det fångades mindre än tio individer per art av lake, nors, ruda och sutare 2014, vilket visar att de arterna kan ha funnits tidigare i sjön men av en slump har ingen individ av arterna fångats. Norsen, som exempel, fastnade endast i de pelagiska näten 2014. Tidigare år 2009 och 2007 har det endast fiskats med bottennät i Vargsundet.

Mörtarnas biomassa (WPUE) var betydligt lägre under 2014 än tidigare år trots att antalet endast har minskat något. Abborrarna och björknorna har minskat något i antal (NPUE) och biomassa (WPUE). Gärsarna och gäddorna har ökat något i antal (NPUE) och biomassa (WPUE) sedan provfisket 2009. Sarvarna har minskat i antal (NPUE) och biomassa (WPUE) sedan 2007. Braxnarna var till biomassan (WPUE) lägre än tidigare år, en möjlig orsak kan vara att döda braxnar påträffades i Vargsundsådran sommaren 2014 (JANSSON 2014).

5.3 Djupprofil över Vargsundet

Flera av de arter som fångats i Vargsundet saknades i djupprofilen från de pelagiska näten. Braxen, gädda, gös, lake, ruda, sarv och sutare var sådana arter. Att de inte fångades i de pelagiska näten kan bero på nätens geografiska placering, t.ex. sutarna fångades endast i sjöns södra del.

I den tidigare undersökningen av HÄGGQVIST & PERSSON (2009) påträffades inga fiskar på djup över 14 m, vilket troddes bero på syrebrist. I sommarens provfiske påträffades fiskar på större djup än 14 m djup i de pelagiska näten. Att det fanns fiskar även i det djupaste pelagiska nätet som lades på bottnen på 29,6–31,4 m djup var en överraskning eftersom bottnen förväntades vara syrefri. Språngskiktet mellan sött och salt vatten befann sig 2014 på 27–28 m djup. I provfisket av HÄGGQVIST & PERSSON (2009) fanns det en temperaturskiktning vid 14,5 m och under 25 m var det syrefritt.

De syremätningar som gjordes 17.7 och 6.8.2014 tydde på att syrenivån i vattenkolumnen var låg med få värden över 4 mg/l. Vid det andra provtillfället var de flesta värden under 2 mg/l. Då syrenivån underskrider 2-4 mg/l blir de flesta fiskarterna stressade. En syrehalt under 2 mg/l kan leda till fiskdöd. Kallt vatten håller bättre kvar syret än varmare vatten (FRANCIS-FLOYD 1992). Temperaturen var nästan densamma under de båda provtillfällena. En likartad trend kunde ses vid båda provtillfällena

med en högre syrehalt vid 15–20 m jämfört med angränsande djup. Trots att syrenivån var högre vid 15–20 m påverkades inte fiskfångsten i de pelagiska näten, t.ex. som en eventuell större mängd fisk. De pelagiska näten täckte inte hela vattenkolumnen och det kan hända att området med högre syrenivå hamnade precis mellan de båda djupintervallen 12–13,8 m och 20–21,8 m. De pelagiska näten borde enligt EUROPEAN STANDARD EN 14757 (2005) täcka hela vattenkolumnen, vilket de inte helt gjorde. Tidpunkten då syreprovet togs var runt 21.00, vilket är en senare tidpunkt än när syreprov vanligtvis tas. Den sena tidpunkten kan ha lett till lägre syrehalter i vattnet än mitt på dagen då proven normalt tas. Alger i vattnet producerar syre men förbrukar också samtidigt syre och speciellt under natten (LINDHOLM 1998).

5.4 Jämförelse mellan Vargsundet och Markusbölefjärden

I jämförelse mellan sjöarna var den högsta temperaturen i Markusbölefjärden lägre än den lägsta i Vargsundet. Möjligen kan temperaturen ha inverkat på fångstresultatet. Vädret var rätt extremt med låga vattentemperaturer i Markusbölefjärden och höga vattentemperaturer i Vargsundet. Större skillnad i siktdjupet kunde noteras i Vargsundet än Markusbölefjärden. Det bör noteras att mätningarna utfördes under olika tidpunkter på året och siktdjupet kan variera under året (LINDHOLM 1991). I Vargsundet var pH-värdet i ytvattnet något högre än i Markusbölefjärden. I båda sjöarna sjönk pH-värdet mot botten, vilket är normalt eftersom koldioxidhalten p.g.a. nedbrytningen är högre i bottenvattnet (LINDHOLM 1991).

Det var en stor skillnad i antal (NPUE) mellan 0-2,9 m och 3-5,9 m djupintervall i Vargsundet. Tyvärr togs inget syreprov från grundare vatten än 5 m, ifall det skulle ha kunnat fastställa ifall det rör sig om en skillnad i syrenivån. En större förändring i temperaturen kunde ses mellan 3 m och 4 m. En annan möjlig förklaring skulle kunna vara att fiskarna letade efter föda i grunt vatten. I sjön minskar pH-värdet mellan 2 m och 5 m med ett speciellt stort hopp mellan 3 och 4 m. Möjligen kan en termoklin befinna sig däremellan. Markusbölefjärden hade en jämnare minskning med ett mindre hopp i antalet (NPUE) fiskar mellan 0-2,9 m och 3-5,9 m.

I Vargsundet påträffades fiskar i det djupaste intervallet både i bottennäten och i de pelagiska näten, även om fångsten var liten. Av sammanlagt sju bottennät var fem tomma. Eftersom det endast var två nät som det hade fastnat fiskar i kan det vara en slump eller misslyckad nätläggning som gör att det fastnat fisk i näten. Näten hade kanske inte sjunkit ordentligt. Det är även möjligt att fiskar tillfälligt söker sig till djupare vatten om syresituationen är tillräckligt bra eller för att söka föda. Syrenivån sågs variera i sjön, med lägre syrehalt under den senare provtagningen. Fortsatt undersökning och fler nätansträngningar behövs för att kunna avgöra ifall det finns fisk permanent, temporärt eller inte alls i bottenvattnet i Vargsundet.

5.5 Klassificering av ekologisk status

5.5.1 Markusbölefjärden

Sammantaget hade Markusbölefjärden måttlig ekologisk status 2014 och fiskbeståndets totala status ansågs vara god 2014. Enligt den "sämsta statusen"-principen, som är den lägsta enskilda variabeln för sjön och alltså den svagaste punkten, fick sjön otillfredsställande status för 2014. Det som gav sjön otillfredsställande status var biomassan (WPUE) i sommarens provfiske. En lägre totalvikt skulle ha gett sjön en bättre status.

Liksom år 2014 gav åren 2007, 2009 och 2014 tillsammans sjön måttlig status i den sammanvägda klassificeringen. Antalet (NPUE) och biomassa (WPUE) var bättre 2014 än tidigare år trots att sjön verkade bli mer näringsrik med en förändrad fiskpopulationsstruktur. Under åren 2007, 2009 och 2014 hade karpfiskarnas och rovfiskarnas andel av biomassan hög status. Antal arter (varav indikatorarter) hade god status.

I Markusbölefjärden klassificerades vattenvegetationen som måttlig av BYSTEDT (2011). Typenliga arters andel (TT50SO) som är en av vattenväxternas variabler hade hög status och referensindex (RI) god status enligt BYSTEDT (2011). Klorofyll a hade hög status under åren 2006-2012. Bottenfaunan hade otillfredsställande status i klassificeringen av LIUNGMAN & BOSTRÖM (2014).

Enligt tidigare klassificering av HÄGGQVIST & PERSSON, (2009) hade sjön god status. I och med de nya referensvärdena och flera variabler, sjönk sjöns ekologiska status också för tidigare år 2009 och 2007, till måttlig. Klassificeringen från 2009 grundar sig på fiskbeståndens variabler, totalkväve, totalfosfor och klorofyll a. I klassificeringen från 2014 beaktades även vattenväxter och bottenfauna. En "försämring" av sjöns status kan i detta fall bero på förändringar i klassificeringsmetodiken. Med de tidigare referensvärdena hade Markusbölefjärdens totala fiskbestånd god status från 2009 och 2007 (HÄGGQVIST & PERSSON 2009). Med de nya referensvärdena behöll sjön god status med värdena från 2009 och 2007.

5.5.2 Vargsundet

Sammantaget hade Vargsundet god ekologisk status 2014. Två stycken lakar, som är en indikatorart, påträffades i sjön. Den ena påträffades på 6–11,9 m djup i sjöns norra del och den andra mitt i sjön, utanför Vargsundsådran på 12–19,9 m djup. Laken är en art som inte trivs i eutrofierade sjöar (TAMMI et al. 1999). Enligt den "sämsta statusen"-principen får sjön god ekologisk status 2014, då endast fiskbeståndsvariablerna tas i beaktande.

I den sammanvägda klassificeringen för åren 2007, 2009 och 2014 fick sjön hög status. Fiskbeståndets variabler gav, både skilt och tillsammans för åren 2014, 2009 och 2007 sjön hög status. Ifall man utesluter fiskbeståndsvariablerna har sjön endast måttlig status. Anledningen till att en

klassificering också gjordes utan fiskbeståndets variabler var för att se ifall provfisket från 2014 sänkte eller höjde sjöns ekologiska status. Vädret 2014 ansågs ha kunnat påverka fiskfångsten och därigenom klassificeringen. Tidigare års fiskbeståndsvariabler har emellertid uppvisat hög ekologisk status liksom 2014 års provfiske också gjorde. Vädret under sommarens provfiske kan därmed inte påvisas ha påverkat fisket såpass mycket att den sammanvägda klassificeringen (med samtliga variabler) har påverkats.

I den sammanvägda klassificeringen utan fiskbeståndets variabler fick sjön otillfredsställande "sämsta status". Det som gav sjön otillfredsställande status var totalkväve, relativ modellikhet (PMA) och vattenväxternas totala status, som alla hade otillfredsställande status. Kvävehalten i sjön borde sjunka för att ge bättre status och den relativa modellikheten (PMA) öka i värde. Relativ modellikhet anger hur lik vattenväxternas mängd är procentuellt jämfört med referensvärdena (BYSTEDT 2011, GREN 2011).

Totalfosfor hade god ekologisk status i Vargsundet. Värdena för klassificeringen av fosfor och kväve uträknades från ytvattnet. Bottenvattnets värden togs inte i beaktande i klassificeringen, vilka har stigit kraftigt under 2000-talet. Därför kan det ge en missvisande bild av situationen av näringsämnen i Vargsundet genom att endast se till ytvattnets klassificering. Enligt en klassificering gjord av LIUNGMAN et al. (2014) hade bottenfaunan hög status.

Vargsundet hade hög ekologisk status i rapporten av HÄGGQVIST & PERSSON (2009) och behöll hög status med de nya referensvärdena. I tidigare klassificering av HÄGGQVIST & PERSSON (2009) hade sjöns fiskbestånd 2007 och 2009 god ekologisk status. I och med de nya referensvärdena och det nya sättet att klassificera fick sjön högre status i fråga om fiskbeståndet 2009 och 2007.

Vid klassificeringen av variablerna: antal (NPUE), karpfiskars och rovfiskars biomassaandel av biomassan i Vargsundet för åren 2007, 2009 och 2014 var det observerade värdet lägre än referensvärdet. Följden var att EQR skulle ha överstigit det högsta möjliga, vilket är 1,00, så värdena justerades till exakt 1,00. Orsaken till att de observerade värdena var lägre än referensvärdet kan ha varit vädret, men då borde inte tidigare års observerade värden också ha varit lägre än referensvärdet. En annan möjlig orsak kan ha varit den nättyp som användes vid undersökningen. Näten som användes i sommarens provfiske avviker något från den typ av nät som anges i EUROPEAN STANDARD EN 14757 (2005) och kan därför vara orsaken till att vissa av värdena var lägre än referensvärdet. Ifall av att ett nätbyte till de nät som anges i direktivet inte förändrar situationen borde en justering av referensvärden övervägas.

Vid nätfiske fångas inte alla fiskarter likvärdigt, t.ex. lake och gädda fångas mindre sällan i nät än många andra arter. Därför riskerar vissa arter att bli underrepresenterade och nätfiske kan alltså inte förväntas ge en fullständig bild av fisksammansättningen i sjöar. Provfisket utfördes för tidigt på året och borde ha utförts mellan 15 juli och 31 augusti. Vid klassificering på basis av provfisket anvisas användning av data från flera år för att minska på variationen mellan åren (EUROPEAN STANDARD EN 14757 2005).

5.6 Rekommendationer

Enligt EUROPEAN STANDARD EN 14757 (2005) borde en annan typ av bottennät ha använts (30 m x 1,5 m) med 12 maskstorlekar (5 mm – 55 mm) än den som användes (nordiska kustprovfsfiskeriet med 9 maskstorlekar på (10 mm – 60 mm) och totallängd på 45 m x 1,8 m). För att följa EUROPEAN STANDARD EN 14757 (2005) borde nättypen bytas men att använda sig av de nät som står i direktivet skulle göra det svårare att jämföra med tidigare studier.

Till det pelagiska fisket borde specialnät (27,5 m x 6 m) med 11 maskstorlekar (6,25 mm – 55 mm) ha använts (EUROPEAN STANDARD EN 14757 2005). I sommarens pelagiska provfiske fiskades det med samma nät, nordiska kustprovfsfiskeriet, som vid fisket med bottennät. Eftersom en annan typ av nät användes vid det pelagiska fisket än det står i direktivet blir det ett mellanrum mellan de olika djupintervallen. Det kan dock bli praktiskt svårt att fiska med 6 m höga nät.

Endast ett nät användes per djupintervall vid det pelagiska fisket, vilket kan ge ett missvisande svar. Ofta används åtminstone tre replikat. Eftersom fångsten också var liten, hade enstaka fiskar stor påverkan. Därför rekommenderas att det pelagiska fisket upprepas åtminstone tre gånger för att ge ett mera tillförlitligt resultat. Men det skulle öka arbetsbördan väsentligt eftersom det krävs mera tid och resurser till att förbereda och sätta ut ett pelagiskt nät än ett bottennät.

I Vargsundet påträffades fisk i det djupaste bottenvattnet men de var så få att det inte gick att utesluta att det var en tillfällighet. Därför rekommenderas vidare undersökning med bottennät eller pelagiska nät ifall det finns fisk under 20 m djup. Ifall man utökar fiskeansträngningarna kommer mer tid och resurser att behövas.

Ifall inte ett byte av nät, till det som anges i EUROPEAN STANDARD EN 14757 (2005), förhindrar att de observerade värdena underskrider referensvärdena från AROVIITA (2012) borde det övervägas ifall andra referensvärden borde användas för kommande klassificeringar.

6 Slutsatser

6.1 Markusbölefjärden

- Markusbölefjärden hade måttlig ekologisk status i den sammanvägda klassificeringen 2014.
- Abborrarna har minskat i Markusbölefjärden men är ändå den art som förekommer mest till både antal och biomassa.
- Björknorna har ökat och mörtarna minskat i antal.
- Löja, sarv och sutare är arter som tidigare påträffats i sjön men som inte påträffades under 2014 års provfiske.

- Siktdjupet, näringsämnen och fiskpopulationsstrukturen tyder på att sjön blir allt mer eutrofierad medan antal (NPUE) och biomassa (WPUE) har fått bättre ekologisk status sedan undersökningen av MUSTAMÄKI & AHLBECK gjordes 2007.

6.2 Vargsundet

- Trots att Vargsundet har god ekologisk status enligt den sammanvägda klassificeringen, har sjön höga näringsvärden i bottenvattnet. Bottenvattnet tas inte med i klassificeringen, vilket i det här fallet kan ge en felaktig bild av sjön.
- Fiskbeståndet i sjön hade hög ekologisk status.
- Lake, som är en indikatorart, påträffades i sjön.
- Lake, nors, ruda och sutare var arter som påträffades 2014 men som inte påträffats under provfischen från 2009 eller 2007.

7 Tillkännagivanden

Tack till Husö biologiska station och dess personal, särskilt till Johanna Mattila och Tony Cederberg. Tack också till Ålands landskapsregering för att de gjort projektet möjligt och bistått med data. Tack till Fjalar Eklund för utlåning av båt i Markusbölefjärden och Yngve Röblom för utlåning av båt i Vargsundet. Tack också för övrig hjälp som goda råd och tips. Tack till Markusbölefjärdens fiskelag, Vargsundets fiskelag och Leif Andersson från Vargsundets fiskelag. Ett stort tack till praktikanterna Stefan Husa, Tobias Henriksson, Ida Hermansson och Marianne Karlemo. Tack för all hjälp i fält. Ett speciellt tack till Fredrik Gripenberg för all stöd och hjälp.

8 Litteratur

2000/60/EG. Europaparlamentets och rådets direktiv 2000/60/EG av den 23 oktober 2000 om upprättande av en ram för gemenskapens åtgärder på vattenpolitikens område. 2000L0060 – SV – 01.01.2014 – 006.001 – 1.

ANDERSEN, J. M. 1982. Effect of nitrate concentration in lake water on phosphate release from the sediment. Water Res. 16: 1119-1126.

AROVIITA, J., HELLSTEN, S., JYVÄSJÄRVI, J., JÄRVENPÄÄ, L., JÄRVINEN, M., KARJALAINEN, S. M., KAUPPILA, P., KETO, A., KUOPPALA, M., MANNI, K., MANNIO, J., MITIKKA, S., OLIN, M., PERUS, J., PILKE, A., RASK, M., RIIHIMÄKI, J., RUUSKANEN, A., SIIMES, K., SUTELA, T., VEHANEN, T. & VUORI, K.-M., 2012. Anvisning för klassificering av det ekologiska och kemiska tillståndet i ytvattnen 2012–2013 – uppdaterade bedömningsgrunder och tillämpning av dessa (endast på finska). Miljöförvaltningens anvisningar 7/2012. Finlands miljöcentral (SYKE), Helsingfors, 144 s.

BYSTEDT, S., 2011. Kartering av vattenvegetation och klassificering av sjöarna Markusbölefjärden, Långsjön och Lavsböle träsk enligt EU:s ramdirektiv för vatten. Forskn. rapp. från Husö biol. stat. No 128, 26 s.

EUROPEAN STANDARD EN 14757, 2005. Water quality – Sampling of fish with multi-mesh gillnets. CEN/TC 230.

FRANCIS-FLOYD, R., 1992. Dissolved oxygen for fish production. Fisheries and Aquatic Sciences Department, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. FA27.

GREN, M., 2011. Makrofytinventering och klassificering av sjöarna Vargsundet, Östra Kyrksundet, Västra Kyrksundet och Dalkarby träsk enligt EU:s ramdirektiv för vatten. Forskn. rapp. från Husö biol. stat. No 129, 32 s.

GREN, M., 2013. Provfiske i Långsjön, Östra Kyrksundet, Västra Kyrksundet, Dalkarby träsk och Lavsböle träsk 2013. Forskn. rapp. från Husö biol. stat. No 137, 57 s.

HAVS- OCH VATTENMYNDIGHETEN 2013. Havs- och vattenmyndighetens författningssamling. Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om klassificering och miljökvalitetsnormer avseende ytvatten, HVMFS 2013:19, 185 s.

HEERMANN, L. & BORCHERDING, J., 2013. Competition, predation, cannibalism: the development of young-of-the-year perch populations in ponds with bream and roach. J. Appl. Ichthyol. 29: 549-554.

HÄGGQVIST, K. & PERSSON, J., 2009. Uppföljning av fiskbestånden i Vargsundet, Markusbölefjärden, Långsjön, Östra Kyrksundet och Västra Kyrksundet, samt kräftpopulationen i Vargsundet. Forskn. rapp. från Husö biol. stat. No 125, 67 s.

JANSSON, F., 2014. 287 fiskar döda i Vargsundsådran. Nya Åland. 8 juli.

KOLI, L., 1990. Suomen kalat. Werner Söderström Ab, Borgå. 357 s.

LINDHOLM, T., 1991. Från havsvik till insjö. Grafia Ab, Åbo. 160 s.

LINDHOLM, T., 1998. Algfenomen och algproblem. Grafia Ab, Åbo. 168 s.

- LINDHOLM, T., ÖHMAN, P., KURKI-HELASMO, K., KINCAID, B. & MERILUOTO, J., 1999. Toxic algae and fish mortality in a brackish-water lake in Åland, SW Finland. *Hydrobiologia*. 397: 109-120.
- LIUNGMAN, M. & BOSTRÖM, A., 2014. Bottenfaunan i Långsjön och Markusbölefjärden 2011. Medins biologi AB, 19 s.
- LIUNGMAN, M., BOSTRÖM, A. & ERICSSON, U., 2014. Bottenfaunan i Västra och Östra Kyrksundet samt Vargsundet 2013. Medins biologi AB, 20 s.
- MORTIMER, C. H., 1941. The exchange of dissolved substances between mud and water in lakes. *J. Ecol.* 29: 280-329.
- MUSTAMÄKI, N. & AHLBECK, I., 2007. Fisk- och kräftbestånden i fem åländska sjöar sommaren 2007. Vargsundet, Markusbölefjärden, Långsjön, Östra Kyrksundet och Västra Kyrksundet. Forskn. rapp. från Husö biol. stat. No 120, 49 s.
- NATURVÅRDSVERKET, 2007. Status, potential och kvalitetskrav för sjöar, vattendrag, kustvatten och vatten i övergångszon. En handbok om hur kvalitetskrav i ytvattenförekomster kan bestämmas och följas upp. Handbok 2007:4, utgåva 1 december 2007. Bilaga A Bedömningsgrunder för sjöar och vattendrag, 135 s.
- NIELSEN, L. & SVEDBERG, U., 2004. Våra fiskar. Politikens forlag A/S. Narayana press, Gylling Danmark. 225 s.
- NUMMELIN, C. & PERUS, J., 1999. Hydrografi, primärproduktion, växtplanktonsammansättning, bottenfauna, kräft- och fiskbestånd i Vargsundet sommaren 1998. Forskn. rapp. från Husö biol. stat. No 98, 36 s.
- OLIN, M., RASK, M., RUUHIJÄRVI, J., KURKILAHTI, M., ALA-OPAS, P. & YLÖNEN, O., 2002. Fish community structure in mesotrophic and eutrophic lakes of southern Finland: the relative abundances of percids and cyprinids along a trophic gradient. *J. Fish Biol.* 60: 593-612.
- SMIL, V., 2000. Phosphorus in the environment: natural flows and human interferences. *Annu. Rev. Energy Environ.* 25:53-88.
- TAMMI, J. LAPPALAINEN, A., MANNIO, J., RASK, M. & VUORENMAA, J., 1999. Effects of eutrophication on fish and fisheries in Finnish lakes: a survey based on random sampling. *Fisheries Manag.Ecol.* 6: 173-186.
- TAMMI, J., RASK, M. & OLIN, M., 2006. Kalayhteisöt järvien ekologisen tilan arvioinnissa ja seurannassa. Alustavan luokittelujärjestelmän perusteet. Kala- ja riistaraportteja, No. 383. Helsingfors, 51 s.

VUORI, K.-M., MITIKKA, S. & VUORISTO, H. (red.), 2009. Ekologisk klassificering av ytvatten. Del I: Referensförhållanden samt definition av klasser, Del II: Bedömning av miljökonsekvenser av mänsklig verksamhet (endast på finska). Miljöförvaltningens anvisningar 3/ 2009. Finlands miljöcentral (SYKE), Helsingfors, 120 s.

ÅLANDS LANDSKAPSREGERING, 2009. Åtgärdsprogram för Ålands kust-, yt- och grundvatten 2009-2015. Version 1. 10.12.2009

Bilagor

Markusbölefjärden

Bilaga 1. Hydrografi över bottenvattnet (1 m från botten) i Markusbölefjärden. Värdena är uträknade som ett medeltal för de olika djupintervallen.

Appendix 1. The average measured hydrographic values of the bottom water (1m from the bottom) in the Lake Markusbölefjärden.

Djupintervall (m)	Temperatur (°C)	pH	Konduktivitet (µS)	Salinitet (ppt)
0-2,9	16,6	8,1	363,9	0,2
3-5,9	16,2	8,1	364,3	0,2
6-11,9	15,3	7,9	366,7	0,2

Bilaga 2. Nätens nummer, datum, koordinater och djupintervall i Markusbölefjärden

Appendix 2. The number, date, coordinates and depth interval of the gillnets in the Lake Markusbölefjärden.

Nummer	Datum	Koordinater	Koordinater (vid nätets andra punkt)	Nätets djup- intervall (m)
M1	9 juni	N 60°14.790' E 019°55.734'		0-2,9
M2	9 juni	N 60°14.677' E 019°55.675'		3-5,9
M3	9 juni	N 60°14.669' E 019°55.950'		6-11,9
M4	11 juni	N 60°14.585' E 019°55.680'		0-2,9
M5	11 juni	N 60°14.590' E 019°55.811'		3-5,9
M6	11 juni	N 60°14.569' E 019°55.917'		6-11,9
M7	16 juni	N 60°14.827' E 019°56.238'		3-5,9
M8	16 juni	N 60°14.416' E 019°55.902'		6-11,9
M9	16 juni	N 60°14.460' E 019°55.596'		0-2,9
M10	18 juni	N 60°14.101' E 019°55.844'		6-11,9
M11	18 juni	N 60°14.106' E 019°56.098'		3-5,9
M12	18 juni	N 60°14.148' E 019°55.592'		0-2,9
M13	23 juni	N 60°14.001' E 019°56.019'		3-5,9
M14	23 juni	N 60°13.965' E 019°55.854'		6-11,9
M15	23 juni	N 60°13.910' E 019°55.676'		0-2,9
M16	25 juni	N 60°13.809' E 019°56.064'		6-11,9
M17	25 juni	N 60°13.652' E 019°55.996'		0-2,9
M18	25 juni	N 60°13.735' E 019°56.169'		3-5,9
M19	1 juli	N 60°13.824' E 019°55.739'	N 60°13.791' E 019°55.767'	0-2,9
M20	1 juli	N 60°13.670' E 019°56.059'	N 60°13.636' E 019°56.071'	6-11,9
M21	1 juli	N 60°13.463' E 019°56.015'	N 60°13.434' E 019°56.017'	3-5,9
M22	3 juli	N 60°13.477' E 019°56.166'	N 60°13.461' E 019°56.159'	6-11,9
M23	3 juli	N 60°13.293' E 019°56.008'	N 60°13.296' E 019°56.063'	3-5,9
M24	3 juli	N 60°13.326' E 019°55.928'	N 60°13.356' E 019°55.931'	0-2,9

Vargsundet

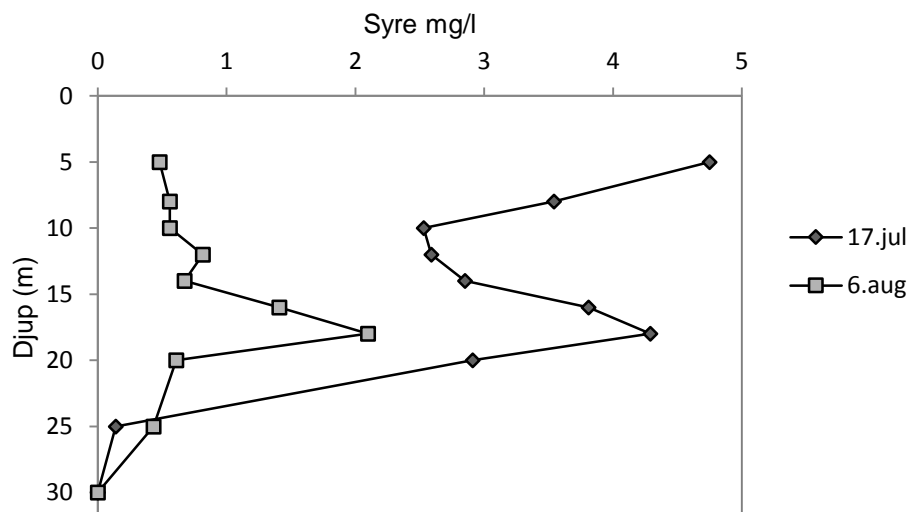
Bilaga 3. Hydrografi över bottenvattnet (1 m från botten) i Vargsundet. Värdena är uträknade som ett medeltal för de olika djupintervallen. Djupintervallet 20-34,9 m baseras på endast 4 mätvärden eftersom flera mätvärden inte togs för bottenvattnet under 20 m på grund av försiktighet för att YSI- mätarens sond inte skulle ta skada av eventuellt förekommande svavelväte från botten.

Appendix 3. The average hydrographic values of the bottom water (1m from the bottom) in the Lake Vargsundet. Measurement from the 20-34,9 m interval were taken only four times, due to the possibility of occurrence of hydrogen sulphide, which could have damaged the YSI-gauge.

Djupintervall (m)	Temperatur (°C)	pH	Konduktivitet (µS)	Salinitet (ppt)
0-2,9	24,6	8,3	356,9	0,2
3-5,9	19,6	7,8	358,9	0,2
6-11,9	13,5	7,3	355,5	0,2
12-19,9	9,2	7,1	356,2	0,2
20-34,9	6,0	6,7	2719,0	1,4

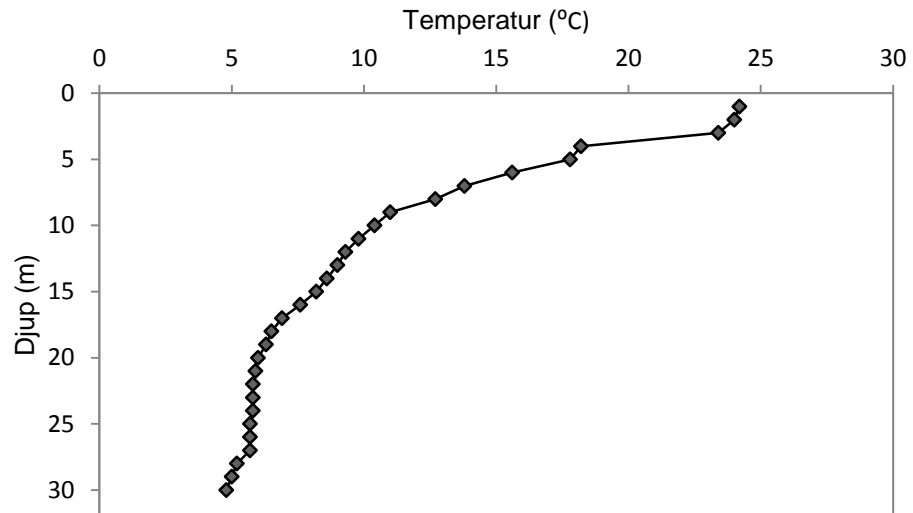
Bilaga 4. Koncentration av löst syre (mg/l) vid 5, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 25 och 30 m djup i Vargsundet. Provtagningen skedde med Limnos-hämtare vid två olika datum, 17.7 och 6.8

Appendix 4. Concentration of dissolved oxygen (mg/l) at 5, 8, 10, 12, 16, 18, 20, 25 and 30 meters depth from the surface in the Lake Vargsundet. Samples were taken with a Limnos water sampler on July 17th and August 6th.



Bilaga 5. Djupprofil över temperaturen i Vargsundet mätt med YSI-mätare med 1 m intervall.

Appendix 5. Depth profile of the temperature in the Lake Vargsundet, measured with YSI gauge at 1 metre intervals.



Bilaga 6. Tabell över hydrografi taget med YSI-mätare från Vargsundet för djupprofil den 6 augusti. Koordinaterna för provtagningsstället var N 60° 11.402' E 019° 50.463'. Vid omräkningen av konduktiviteten (mS/cm) till salthalten (PSU) antog salthalten negativa värden på grund av att den formel som användes för att omvandla konduktiviteten till salthalt är framtagen för bräckt vatten och inte sötvatten i sjöar. Vatten kan inte innehålla negativa mängder lösta salter.

Appendix 6. The hydrographic parameters from the YSI measurements in the Lake Vargsundet on the 6th of August. The coordinates for the site were N 60° 11.402' E 019° 50.463'. The negative PSU-values originate from the conversion formula from conductivity to salinity. The formula is designed for brackish water, not lake water. Water cannot have negative amounts of dissolved salts.

Djup (m)	Temperatur (°C)	Konduktivitet (µS/cm)	Konduktivitet (mS/cm)	Salthalt (PSU)	pH
1	24,2	363,7	0,3637	-0,13	8,8
2	24	363,5	0,3635	-0,13	8,7
3	23,4	366,1	0,3661	-0,13	8,5
4	18,21	367,9	0,3679	-0,13	7,6
5	17,8	364	0,364	-0,13	7,1
6	15,6	363	0,363	-0,13	7,0
7	13,8	363,2	0,3632	-0,13	7,0
8	12,7	361,4	0,3614	-0,13	7,0
9	11	362,2	0,3622	-0,13	7
10	10,4	361,8	0,3618	-0,13	7,0
11	9,8	361,8	0,3618	-0,13	7,0
12	9,3	362,4	0,3624	-0,13	7,0
13	9	363,5	0,3635	-0,13	7,0
14	8,6	362,8	0,3628	-0,13	7,0
15	8,2	362,2	0,3622	-0,13	7,1
16	7,6	364	0,364	-0,13	7,1
17	6,9	367,2	0,3672	-0,13	7,1
18	6,5	371,5	0,3715	-0,12	7,1
19	6,3	375,4	0,3754	-0,12	7,1
20	6	383,3	0,3833	-0,12	7,1
21	5,9	393,4	0,3934	-0,11	7,1
22	5,8	402,4	0,4024	-0,10	7,1
23	5,8	405,8	0,4058	-0,10	7,1
24	5,8	412,8	0,4128	-0,10	7,1
25	5,7	419	0,419	-0,09	7,1
26	5,7	418,6	0,4186	-0,09	7,1
27	5,7	427,8	0,4278	-0,09	7,1
28	5,2	5700	5,7	3,45	6,5
29	5	6050	6,05	3,68	6,4
30	4,8	6100	6,1	3,72	6,4

Bilaga 7. Nätens nummer, koordinater, datum och djupintervall i Vargsundet.

Appendix 7. The number, coordinates, dates and depth intervals of the nets in the Lake Vargsundet.

Nummer	Datum	Koordinater	Koordinater (vid nätets andra ända)	Nättyp	Nätets djupintervall (m)
V1	15 juli	N 60°11.955' E 019°50.679'	N 60°12.017' E 019°50.727'	Bottennät	3-5,9
V2	15 juli	N 60°12.041' E 019°50.768'	N 60°12.084' E 019°50.796'	Bottennät	6-11,9
V3	15 juli	N 60°12.320' E 019°51.145'	N 60°12.337' E 019°51.187'	Bottennät	0-2,9
V4	15 juli	N 60°11.847' E 019°50.689'	N 60°11.884' E 019°50.692'	Bottennät	12-19,9
V5	15 juli	N 60°11.414' E 019°50.478'	N 60°11.458' E 019°50.478'	Pelagiskt, ytnät	0-1,8
V6	17 juli	N 60°11.995' E 019°50.870'	N 60°12.030' E 019°50.892'	Bottennät	3-5,9
V7	17 juli	N 60°12.348' E 019°51.342'	N 60°12.358' E 019°51.369'	Bottennät	0-2,9
V8	17 juli	N 60°12.226' E 019°51.083'	N 60°12.243' E 019°51.125'	Bottennät	6-11,9
V9	17 juli	N 60°11.756' E 019°50.659'	N 60°11.792' E 019°50.699'	Bottennät	12-19,9
V10	17 juli	N 60°11.433' E 019°50.355'	N 60°11.483' E 019°50.341'	Bottennät	20-34,9
V11	17 juli	N 60°11.407' E 019°50.454'	N 60°11.456' E 019°50.440'	Pelagiskt, 3 m	3-4,8
V12	21 juli	N 60°11.407' E 019°50.473'	N 60°11.359' E 019°50.476'	Pelagiskt, 6 m	6-7,8
V13	21 juli	N 60°11.338' E 019°50.405'	N 60°11.297' E 019°50.420'	Bottennät	20-34,9
V14	21 juli	N 60°11.609' E 019°50.330'	N 60°11.579' E 019°50.304'	Bottennät	3-5,9
V15	21 juli	N 60°11.406' E 019°50.181'	N 60°11.421' E 019°50.155'	Bottennät	0-2,9
V16	21 juli	N 60°11.455' E 019°50.268'	N 60°11.420' E 019°50.274'	Bottennät	6-11,9
V17	21 juli	N 60°11.709' E 019°50.567'	N 60°11.675' E 019°50.548'	Bottennät	12-19,9
V18	23 juli	N 60°11.408' E 019°50.480'	N 60°11.439' E 019°50.490'	Pelagiskt, 12 m	12-13,8
V19	23 juli	N 60°11.518' E 019°50.435'	N 60°11.463' E 019°50.391'	Bottennät	20-34,9
V20	23 juli	N 60°11.289' E 019°50.525'	N 60°11.254' E 019°50.552'	Bottennät	6-11,9
V21	23 juli	N 60°11.195' E 019°50.617'	N 60°11.163' E 019°50.635'	Bottennät	3-5,9
V22	23 juli	N 60°11.135' E 019°50.566'	N 60°11.109' E 019°50.589'	Bottennät	3-5,9
V23	23 juli	N 60°11.316' E 019°50.326'	N 60°11.356' E 019°50.339'	Bottennät	12-19,9
V24	28 juli	N 60°11.418' E 019°50.457'	N 60°11.473' E 019°50.437'	Pelagiskt, 20 m	20-21,8
V25	28 juli	N 60°10.725' E 019°50.595'	N 60°10.756' E 019°50.586'	Bottennät	0-2,9

Bilaga 7 forts. Nätens nummer, koordinater, datum och djupintervall i Vargsundet.

Appendix 7 continued. The number, coordinates, dates and depth intervals of the nets in the Lake Vargsundet.

Nummer	Datum	Koordinater	Koordinater (vid nätets andra ända)	Nättyp	Nätets djupintervall (m)
V26	28 juli	N 60°10.585' E 019°50.879'	N 60°10.614' E 019°50.865'	Bottennät	0-2,9
V27	28 juli	N 60°11.202' E 019°50.486'	N 60°11.229' E 019°50.484'	Bottennät	6-11,9
V28	28 juli	N 60°11.395' E 019°50.371'	N 60°11.450' E 019°50.368'	Bottennät	20-34,9
V29	28 juli	N 60°11.753' E 019°50.648'	N 60°11.795' E 019°50.670'	Bottennät	12-19,9
V30	30 juli	N 60°11.988' E 019°50.782'	N 60°12.004' E 019°50.797'	Bottennät	6-11,9
V31	30 juli	N 60°12.203' E 019°50.981'	N 60°12.234' E 019°51.013'	Bottennät	6-11,9
V32	30 juli	N 60°11.556' E 019°50.450'	N 60°11.594' E 019°50.473'	Bottennät	12-19,9
V33	30 juli	N 60°11.409' E 019°50.480'	N 60°11.463' E 019°50.487'	Djupprofil/Bottennät	20-34,9
V34	30 juli	N 60°10.977' E 019°50.681'	N 60°11.014' E 019°50.685'	Bottennät	3-5,9
V35	30 juli	N 60°10.817' E 019°50.775'	N 60°10.845' E 019°50.742'	Bottennät	0-2,9
V36	4 aug	N 60°11.363' E 019°50.457'	N 60°11.414' E 019°50.429'	Bottennät	20-34,9
V37	4 aug	N 60°10.724' E 019°50.659'	N 60°10.751' E 019°50.623'	Bottennät	3-5,9
V38	4 aug	N 60°10.655' E 019°50.634'	N 60°10.685' E 019°50.608'	Bottennät	0-2,9
V39	4 aug	N 60°10.525' E 019°51.064'	N 60°10.545' E 019°51.024'	Bottennät	0-2,9
V40	4 aug	N 60°11.424' E 019°50.488'	N 60°11.463' E 019°50.492'	Bottennät	20-34,9
V41	6 aug	N 60°12.112' E 019°50.861'	N 60°12.153' E 019°50.886'	Bottennät	6-11,9
V42	6 aug	N 60°12.208' E 019°51.039'	N 60°12.248' E 019°51.111'	Bottennät	6-11,9
V43	6 aug	N 60°12.268' E 019°51.174'	N 60°12.295' E 019°51.205'	Bottennät	3-5,9
V44	6 aug	N 60°11.883' E 019°50.649'	N 60°11.921' E 019°50.666'	Bottennät	6-11,9
V45	6 aug	N 60°11.732' E 019°50.595'	N 60°11.775' E 019°50.605'	Bottennät	12-19,9
V46	6 aug	N 60°11.496' E 019°50.372'	N 60°11.552' E 019°50.370'	Bottennät	12-19,9

De senaste Forskningsrapporterna från Husö biologiska station:

No 122 2009 AARNIO, K. Kvalitetsfaktorer för EU:s vattendirektiv i kustområden: bottenfauna. Jämförelse av olika sållstorlek och provtagningsdesign i beskrivandet av bottenfaunasamhällen. (*Quality elements for EU Water Frame Directive in coastal areas: zoobenthos. Comparing different sieve sizes and sampling designs in characterizing the zoobenthic assemblages*).

No 123 2009 PERSSON, J. Uppföljning av kräftbestånden i fyra Åländska sjöar 2008. (*A follow up study of the crayfish populations in four lakes in Åland 2008*).

No 124 2009 NYSTRÖM, J. Basinventering av bottenvegetationen i grunda havsvikar med potentiell förekomst av kransalger i Saltvik, Sund och Föglö, Åland (*An inventory of the underwater vegetation in coastal lagoons with a potential presence of stoneworts in Saltvik, Sund and Föglö, Åland Islands*).

No 125 2009 HÄGGQVIST, K. & J. PERSSON. Uppföljning av fiskbestånden i Vargsundet, Markusbölefjärden, Långsjön, Östra Kyrksundet och västra Kyrksundet, samt kräftpopulationen i Vargsundet. (*A follow-up study of the fish population in lakes Vargsundet, Markusbölefjärden, Långsjön, Östra Kyrksundet and västra Kyrksundet, as well as crayfish population in lake Vargsundet*).

No 126 2010 KIVILUOTO, S. Basinventering av potentiella lekplatser för abborre (*Perca fluviatilis*) och gädda (*Esox lucius*) i grunda vikar på västra och södra Åland. (*Basic survey of shallow bays as potential spawning places and nursery areas for perch (Perca fluviatilis) and pike (Esox lucius) in western and southern Åland*).

No 127 2010 SALO, T.: Kartering av potentiella lekplatser för abborre (*Perca fluviatilis* L.) och gädda (*Esox lucius* L.) i Geta, Sund och Lemland, Åland (*Mapping of possible spawning grounds for perch (Perca fluviatilis L.) and pike (Esox lucius L.) in Geta, Sund and Lemland, Åland Islands*).

No 128 2011 BYSTEDT, S. Kartering av vattenvegetation och klassificering av sjöarna Markusbölefjärden, Långsjön och Lavsböle träsk enligt EU:s ramdirektiv för vatten. (*Survey of aquatic vegetation and classification of the lakes Markusbölefjärden, Långsjön and Lavsböle träsk according to the EU Water Framework Directive*).

No 129 2011 GREN, M. Makrofytinventering och klassificering av sjöarna Vargsundet, Östra Kyrksundet, Västra Kyrksundet och Dalkarby träsk enligt EU:s ramdirektiv för vatten. (*Survey of macrophytes and classification of the lakes Vargsundet, Östra Kyrksundet, Västra Kyrksundet and Dalkarby träsk according to the EU Water Framework Directive*).

No 130 2011 KAUPPI, L. Kartering av undervattenvegetation i kustområden i NV och SÖ Åland. (*Mapping of underwater vegetation in coastal areas of NW and SE Åland*).

No 131 2011 Litteraturöversikt av blåmusslans biologi och ekologi i Östersjön. (*A review of the biology and ecology of the blue mussel (Mytilus edulis L.) in the Baltic Sea*).

No 132 2012 ABRAHAMSSON, D. Gösens (*Sander lucioperca* (L.)) förekomst i Ivarskärsfjärden (*The occurrence of pikeperch (Sander lucioperca (L.)) in Ivarskärsfjärden*).

No 133 2013 GRIPENBERG, F. En fältkartering av potentiella yngelområden för gös (*Sander lucioperca* L.) - mätningar av grumlighet och andra miljöparametrar. (*A field survey of potential spawning sites for pikeperch (Sander lucioperca L.) - measurements of turbidity and other environmental parameters*).

No 134 2013 HOLGERSSON, E. Kartering av makrofyter, framtagandet av en klassificeringsmetod för att kunna beräkna ekologisk status för Ålands skärgård och skapandet av miljöövervakningsprogram. (*Survey of macrophytes, the creation of classification methods for calculation of ecological status in archipelago of Åland and creation of an environmental monitoring program*).

No 135 2013 KIVILUOTO, S. Kartering och klassificering av undervattensmiljöer samt tillämpning av informationen på den regionala planeringen. NANNUT-projektet på Åland 2010-2012. (*Surveying and evaluating underwater nature values and applying the knowledge in spatial planning processes. Project NANNUT in Åland 2010-2012*).

No 136 2013, EVELEENS MAARSE, F., K., J. Kartering av undervattenvegetation och lekplatser för fisk i Mönsfladan på Åland. (*Mapping of submerged vegetation and fish breeding grounds in the Mönsfladan, Åland*).

No 137 2013, GREN, M. Provfiske i Långsjön, Östra Kyrksundet, Västra Kyrksundet, Dalkarby träsk och Lavsböle träsk 2013. (*Test fishing in lakes Långsjön, Östra Kyrksundet, Västra Kyrksundet, Dalkarby träsk and Lavsböle träsk 2013*).

No 138 2014, WIKLUND, H. Undersökning av fiskbestånden i Markusbölefjärden och Vargsundet 2014. (*Investigation of the fish community in the Lake Markusbölefjärden and the Lake Vargsundet 2014*).

(detta nummer, present no)

ISSN: 0787-5460

ISBN: 978-952-12-3156-8

Åbo 2014